

DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR UNE UTILISATION DURABLE DES
INSECTES COMESTIBLES

par
Sophie Ouellet

Essai présenté au Département de biologie
en vue de l'obtention du grade de maître en écologie internationale (M.E.I.)

Sous la direction de Monsieur Robert L. Bradley

FACULTÉ DES SCIENCES
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, mai 2017

Sommaire

Mots clés : entomophagie, insectes comestibles, développement durable, outil d'aide à la décision, grille d'analyse de développement durable, gestion des ressources naturelles, conservation

L'entomophagie – la consommation d'insectes – est une pratique traditionnelle courante dans les milieux tropicaux, surtout en zone rurale. À l'international, cette pratique a attiré l'attention de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) qui a publié en 2013 un rapport complet sur le sujet en collaboration avec le Laboratoire d'entomologie de l'Université de Wageningen aux Pays-Bas. Ainsi, les spécialistes dans le domaine voient dans cette coutume un potentiel significatif pour améliorer la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance des populations à plus faibles statuts économiques, de même qu'une alternative plus durable que la consommation de viande issue des élevages de bétail. Or, plusieurs pressions anthropiques affectent les populations d'insectes comestibles, ce qui menace leur exploitation durable.

Pour répondre à cette problématique, le principal objectif de cet essai est d'élaborer un outil d'aide à la décision permettant d'évaluer dans quelle mesure une politique, une stratégie, un programme ou un projet (PSPP) portant sur l'entomophagie s'accorde avec les objectifs du développement durable. L'outil que je propose a pour modèle la grille d'analyse de développement durable (GADD) de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Dans le cadre de sa réalisation, plusieurs étapes ont été nécessaires. Celles-ci reposent essentiellement sur la lecture et l'analyse d'une multitude de références scientifiques, de même que la consultation de spécialistes de la GADD. Tout d'abord, les thèmes de l'entomophagie et du développement durable ont été décrits et situés dans leur contexte. Ensuite, les enjeux socioéconomiques et environnementaux associés à la consommation d'insectes ont été analysés. Les connaissances acquises lors de ces deux premières étapes ont servi de base pour l'adaptation de la GADD au domaine de l'entomophagie. L'outil qui en résulte s'organise dans un document Excel et comprend tous les éléments nécessaires à la compréhension, à la réalisation et à l'interprétation de l'analyse de la durabilité d'un PSPP. Pour terminer, cinq stratégies de gestion visant l'exploitation durable des insectes comestibles sont proposées.

Remerciements

J'aimerais d'abord remercier chaleureusement mon directeur d'essai, M. Robert Bradley, pour m'avoir guidé grâce à ses rétroactions constructives tout au long de la rédaction de chacune des étapes de ce travail d'envergure.

Je souhaite ensuite remercier les spécialistes de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi, M. David Tremblay et M. Claude Villeneuve, pour leurs éclaircissements qui m'ont grandement aidé à concevoir l'outil que je propose dans cet essai.

Je tiens aussi à remercier Caroline Cloutier et Sophie Calmé pour leurs conseils et leur encadrement constant et personnalisé du début à la fin de mon cheminement.

Finalement, je remercie ma famille, mon copain, ma belle-famille et mes amis pour leur soutien moral très précieux. Un merci particulier au grand-père de mon copain qui a patiemment et méticuleusement révisé chacun de mes chapitres.

Table des matières

| | |
|---|------|
| SOMMAIRE | I |
| REMERCIEMENTS | II |
| TABLE DES MATIÈRES | III |
| LISTE DES FIGURES | VI |
| LISTE DES TABLEAUX | VII |
| LISTE DES SIGLES | VIII |
| LEXIQUE..... | IX |
| INTRODUCTION | 1 |
| CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE | 3 |
| 1.1. ENTOMOPHAGIE | 3 |
| 1.1.1 Intérêt de l'entomophagie | 3 |
| 1.1.2 Cadre institutionnel international..... | 4 |
| 1.1.3 Différences culturelles..... | 5 |
| 1.1.4 Types d'exploitation | 6 |
| 1.2 APPLICATION DU CONCEPT DE DÉVELOPPEMENT DURABLE..... | 7 |
| 1.2.1 Contexte international et définition du développement durable | 7 |
| 1.2.2 Description et critiques du modèle de développement durable à trois piliers | 8 |
| 1.2.3 Description et avantages du modèle de développement durable Sustainabuild | 10 |
| 1.2.4 Dimensions RSO-DD | 11 |
| 1.2.5 Introduction à la Grille d'analyse de développement durable de la Chaire en Éco- conseil de l'UQAC | 13 |
| CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE..... | 15 |
| CHAPITRE 3 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX | 17 |
| 3.1 AVANTAGES ET OPPORTUNITÉS..... | 18 |
| 3.1.1 Protection des insectes et de leur habitat | 18 |
| 3.1.2 Contrôle biologique des espèces nuisibles | 18 |

| | | |
|--|--|----|
| 3.1.3 | Alternative à l'élevage de bétail..... | 19 |
| 3.1.4 | Recyclage des déchets organiques..... | 21 |
| 3.2 | INCONVÉNIENTS ET MENACES..... | 22 |
| 3.2.1 | Surexploitation et perturbation des habitats..... | 22 |
| 3.2.2 | Modifications génétiques..... | 24 |
| CHAPITRE 4 ENJEUX SOCIOÉCONOMIQUES | | 26 |
| 4.1 | AVANTAGES ET OPPORTUNITÉS..... | 27 |
| 4.1.1 | Accessibilité dans les régions tropicales | 27 |
| 4.1.2 | Sécurité alimentaire et nutritionnelle..... | 27 |
| 4.1.3 | Activité génératrice de revenus | 29 |
| 4.1.4 | Préservation des connaissances traditionnelles | 30 |
| 4.2 | INCONVÉNIENTS ET MENACES..... | 30 |
| 4.2.1 | Sécurité des aliments | 31 |
| 4.2.2 | Absence d'un cadre réglementaire adéquat..... | 33 |
| 4.2.3 | Influence de la culture occidentale | 34 |
| 4.2.4 | Bien-être animal..... | 35 |
| 4.2.5 | Rentabilité des systèmes d'élevage | 35 |
| CHAPITRE 5 OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION..... | | 36 |
| 5.1 | CONTEXTE D'UTILISATION | 36 |
| 5.2 | CONTENU ET MODIFICATIONS APPORTÉES À LA GADD DE LA CHAIRE EN ÉCO-CONSEIL DE L'UQAC | 37 |
| 5.2.1 | Contexte et modalités d'utilisation..... | 38 |
| 5.2.2 | Description du PSPP | 39 |
| 5.2.3 | Prémisses à l'analyse..... | 40 |
| 5.2.4 | Dimensions..... | 41 |
| 5.2.5 | Résultats..... | 44 |
| 5.2.6 | Modalités d'interprétation..... | 45 |
| 5.2.7 | Analyse des bonifications..... | 48 |
| 5.3 | AVANTAGES DE L'OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION PROPOSÉ | 50 |
| 5.4 | LIMITES DE L'OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION PROPOSÉ | 50 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| CHAPITRE 6 | STRATÉGIES DE GESTION DURABLE DES INSECTES COMESTIBLES | 52 |
| 6.1 | RECHERCHE ET ACQUISITION DE CONNAISSANCES..... | 52 |
| 6.2 | CONSERVATION DES INSECTES COMESTIBLES ET DE LEURS HABITATS | 55 |
| 6.2.1 | Surexploitation | 55 |
| 6.2.2 | Modifications génétiques et relâchements accidentels | 57 |
| 6.3 | APPROCHE BASÉE SUR LA PARTICIPATION DES COMMUNAUTÉS LOCALES | 58 |
| 6.4 | ÉGALITÉ ENTRE LES SEXES | 59 |
| 6.5 | PROMOTION DE L'ENTOMOPHAGIE | 61 |
| 6.5.1 | Promotion dans les sociétés occidentales | 61 |
| 6.5.2 | Promotion dans les sociétés où l'entomophagie est une pratique traditionnelle..... | 63 |
| 6.5.3 | Rôle des organismes gouvernementaux | 64 |
| CONCLUSION | | 65 |
| LISTE DES RÉFÉRENCES | | 67 |
| ANNEXE 1 | | 85 |
| ANNEXE 2 | | 87 |

Liste des figures

| | | |
|------------|---|----|
| Figure 1.1 | Schéma des 17 objectifs de développement durable du Programme 2030 des Nations Unies..... | 8 |
| Figure 1.2 | Modèle du développement durable à trois piliers..... | 9 |
| Figure 1.3 | Modèle du développement durable <i>Sustainabuild</i> | 10 |
| Figure 1.4 | Définition des six dimensions du DD utilisées par la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC dans sa grille d'analyse du développement durable (GADD)..... | 12 |
| Figure 1.5 | Classification des thèmes utilisés par la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC dans sa GADD en fonction des six dimensions du développement durable..... | 14 |
| Figure 5.1 | Aperçu des onglets contenus dans l'outil d'aide à la décision proposé..... | 38 |
| Figure 5.2 | Aperçu de l'onglet « Description du PSPP » de l'outil d'aide à la décision proposé | 40 |
| Figure 5.3 | Aperçu de l'onglet « Prémisses à l'analyse » de l'outil d'aide à la décision proposé..... | 41 |
| Figure 5.4 | Aperçu du tableau retrouvé dans l'onglet de la dimension sociale de l'outil d'aide à la décision proposé..... | 42 |
| Figure 5.5 | Aperçu du tableau et du diagramme radar résumant les résultats des six dimensions évaluées dans l'outil d'aide à la décision proposé | 44 |
| Figure 5.6 | Aperçu du tableau et du diagramme radar résumant les résultats des thèmes associés à chacune des dimensions évaluées dans l'outil d'aide à la décision proposé | 45 |
| Figure 5.7 | Aperçu de la matrice de priorisation des objectifs à bonifier contenue dans l'onglet « Modalités d'interprétation » de l'outil d'aide à la décision proposé | 46 |

| | |
|------------|---|
| Figure 5.8 | Aperçu de la matrice de priorisation des besoins en données contenue dans l'onglet « Modalités d'interprétation » de l'outil d'aide à la décision proposé47 |
| Figure 5.9 | Aperçu de l'onglet « Analyse des bonifications » de l'outil d'aide à la décision proposé.....49 |

Liste des tableaux

| | |
|-------------|--|
| Tableau 3.1 | Synthèse des enjeux environnementaux associés à l'utilisation des insectes comestibles pour l'alimentation humaine17 |
| Tableau 4.1 | Synthèse des enjeux socioéconomiques associés à l'utilisation des insectes comestibles pour l'alimentation humaine26 |
| Tableau 5.1 | Exemples de PSPP axés sur l'entomophagie et de parties prenantes pouvant être impliquées37 |
| Tableau 6.1 | Thèmes et sous-thèmes associés au développement durable de l'entomophagie pour lesquels des lacunes ont été identifiées dans les données disponibles dans la littérature53 |

Liste des sigles

| | |
|------|---|
| CBD | Convention sur la diversité biologique |
| DD | Développement durable |
| FAO | Organisation des Nations Unies pour l’Alimentation et l’Agriculture |
| GADD | Grille d’analyse de développement durable |
| GCRN | Gestion communautaire des ressources naturelles (traduction libre de : community-based natural resource management) |
| GES | Gaz à effet de serre |
| IFDD | Institut de la Francophonie pour le développement durable |
| ISO | Organisation internationale de normalisation |
| ODD | Objectifs de développement durable |
| OGM | Organisme génétiquement modifié |
| ONU | Organisation des Nations Unies |
| PSPP | Politique(s), stratégie(s), programme(s) ou projet(s) |
| RSO | Responsabilité sociétale des organisations |
| UQAC | Université du Québec à Chicoutimi |

Lexique

| | |
|---------------------------|--|
| Agroforesterie : | Système d'utilisation des terres et de pratiques dans lequel des arbres sont intégrés à des cultures agricoles ou à des élevages de façon délibérée afin de bénéficier de services multiples fournis par ces associations (FAO, 2011). |
| Analyse du cycle de vie : | Approche permettant d'évaluer les impacts environnementaux des biens et services en considérant le cycle de vie complet du produit ou du système, de la production des intrants utilisés à la consommation et l'élimination des déchets (Halloran <i>et al.</i> , 2016a). |
| Arthropodes : | Embranchement d'animaux invertébrés à symétrie bilatérale, aux membres articulés et au corps segmenté recouvert d'un exosquelette (OQLF, 2015). |
| Autonomisation : | Processus par lequel une personne ou un groupe social acquiert la maîtrise des moyens qui lui permettent de se conscientiser, de renforcer son potentiel et de se transformer dans une perspective de développement, d'amélioration de ses conditions de vie et de son environnement (traduction française du terme anglais « empowerment ») (OQLF, 2003). |
| Bétail : | Ensemble des animaux de la ferme (vache, chèvre, mouton, cheval, etc.), à l'exception des petits animaux d'élevage comme la volaille ou le lapin (Termium plus, 2009). |
| Bovin : | Individu appartenant à la même espèce que le bœuf (OQLF, 2001). |
| Conservation : | Ensemble de pratiques comprenant la protection, la restauration et l'utilisation durable et visant la préservation de la biodiversité, le rétablissement d'espèces ou le maintien des services écologiques pour les générations actuelles et futures (Limoges <i>et al.</i> , 2013). |
| Déchets organiques : | Déchets biodégradables dans des conditions naturelles (aliments, papier, résidus de jardinage, etc.) (Termium plus, 2011). |

| | |
|----------------------------------|---|
| Développement durable : | Développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures (ONU, 1987). |
| Diversité génétique : | Premier niveau de la biodiversité, suivie de la diversité des espèces et des écosystèmes (Rovillé, s.d.). |
| Enjeu : | Ce que l'on peut gagner ou perdre, par exemple, dans un projet, une lutte, une élection ou une activité (OQLF, 2002). |
| Entomophagie: | Habitude alimentaire qui consiste à manger des insectes (Pal & Roy, 2014). |
| Espèce parapluie : | Espèce dont la protection assure indirectement la survie d'autres espèces vivant dans le même habitat (van Huis <i>et al.</i> , 2013). |
| Eutrophisation : | Enrichissement des eaux par des nutriments se traduisant par une prolifération des végétaux aquatiques ou des cyanobactéries et par une diminution de la teneur en oxygène des eaux profondes (OQLF, 2007). |
| Gaz à effet de serre : | Gaz d'origine naturelle ou anthropique présent dans l'atmosphère qui absorbe et renvoie les rayons infrarouges en provenance de la surface terrestre (OQLF, 2005). |
| Insecte : | Arthropode composé de trois segments (tête, thorax et abdomen) (Campbell & Reece, 2007). |
| Menace : | Facteur d'origine humaine qui diminue la capacité de survie d'une population et peut mener à l'extinction d'espèces (Samways, 2007). |
| Opérationnaliser : | Élaborer des méthodes et des approches pratiques à partir de concepts théoriques afin de permettre à des intervenants d'obtenir les meilleurs résultats sur le terrain (Termium plus, 2012). |
| Production naturelle améliorée : | Méthode d'exploitation des insectes qui consiste à modifier l'habitat d'une espèce ciblée afin d'en améliorer la production en termes de quantité et/ou de qualité (Van Itterbeck & van Huis, 2012). |

Stratégie : Art de coordonner des actions, de manœuvrer habilement pour atteindre un but (Larousse, s.d.b).

Zoonose : Maladie infectieuse atteignant les animaux et pouvant être transmise aux humains comme la peste ou la rage (Larousse, s.d.a).

Introduction

Au Québec, la consommation d'insectes – l'entomophagie – est de plus en plus abordée dans les médias, où on y vante souvent ses avantages au point de vue nutritionnel et environnemental. Dans le même courant, des entreprises novatrices se mettent en place pour offrir des produits composés d'insectes aux consommateurs curieux. Malgré le sentiment de dégoût qu'ils inspirent encore pour la majorité des Occidentaux, ces animaux à six pattes constitueraient une source de protéines plus durable que le bétail. Sous les tropiques, la situation est tout autre : les insectes font partie du régime alimentaire traditionnel de nombreuses cultures depuis des temps immémoriaux. L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) y voit un potentiel exceptionnel pour améliorer la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance des populations confrontées à de faibles revenus.

La pratique semble toutefois en pleine transformation. La hausse de la demande pour certaines espèces exerce une pression grandissante sur cette ressource et son habitat. Dans les régions tropicales, cette tendance s'expliquerait entre autres par l'augmentation du prestige accordé à cet aliment dans le domaine gastronomique. En parallèle, des changements dans les modes de vie engendrent la perte des connaissances traditionnelles – et celles qui touchent les insectes comestibles n'y échappent pas. En plus d'autres facteurs globaux comme les changements climatiques, la croissance démographique mondiale et la destruction des milieux naturels, ces processus menacent la durabilité de la pratique.

Mais comment définir une pratique « durable »? La principale définition du développement durable (DD) est issue du Rapport Brundtland, déposé par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement en 1987, sous la gouverne des Nations Unies. Selon ce rapport, le DD est « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures ». Bien que reconnu mondialement, le concept de DD est toutefois l'objet de plusieurs débats dans la littérature de notre époque. Une des principales critiques concerne le défi que représente son application à des cas concrets.

C'est pour répondre à cette problématique qu'ont été créés différents types d'outils d'évaluation du développement durable. Parmi ceux-ci figure la Grille d'analyse de développement durable (GADD) de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Elle a été expérimentée et améliorée

de façon continue dans le cadre de l'évaluation d'une variété de politiques, stratégies, programmes ou projets (PSPP) au Québec et à l'international depuis plus de 25 ans.

Face à la volonté de la FAO d'appuyer et de promouvoir l'entomophagie, de multiples PSPP sont en cours de réalisation à travers le monde. Pour s'assurer que ces initiatives respectent les dimensions socioéconomiques et environnementales du développement durable, l'élaboration d'un outil d'évaluation spécifique à la thématique s'avère une solution tout indiquée.

L'objectif principal de cet essai est donc d'adapter la GADD pour que ses utilisateurs puissent évaluer dans quelle mesure un PSPP promouvant ou encadrant l'utilisation des insectes à des fins alimentaires correspond aux objectifs du développement durable. Ainsi, trois autres objectifs ont été fixés afin de répondre adéquatement aux enjeux qui menacent la pratique et guider les futurs utilisateurs de l'outil en ce sens : (1) définir l'entomophagie et décrire l'état actuel de la pratique au niveau international; (2) analyser les enjeux de la consommation d'insectes au point de vue environnemental et socioéconomique; (3) proposer des stratégies de gestion adaptées à l'exploitation durable des insectes à des fins alimentaires.

La démarche réalisée pour produire cet essai repose sur la consultation d'une multitude d'articles ou de rapports publiés en majorité dans des périodiques électroniques ou par des organismes gouvernementaux reconnus à l'international. Des experts de la Chaire en Éco-conseil ont aussi été consultés pour éclaircir certains aspects de la GADD et s'assurer du respect des droits d'auteurs.

Afin d'atteindre les objectifs fixés, l'essai s'articule de la façon suivante. Tout d'abord, le premier chapitre expose des notions essentielles sur l'état actuel de l'entomophagie dans le monde, le développement durable et la GADD. Ensuite, la méthodologie employée pour adapter l'outil est décrite, suivie d'une analyse des enjeux socioéconomiques et environnementaux entourant la consommation d'insectes comestibles. Puis, le cinquième chapitre présente le résultat de l'adaptation de la GADD à l'entomophagie. Pour terminer, des stratégies de gestion durables des insectes comestibles découlant des enjeux identifiés sont proposées.

Chapitre 1

Mise en contexte

Ce premier chapitre présente d'abord divers éléments de base à connaître sur l'entomophagie et le développement durable (DD). Il permet aussi de définir le concept et les dimensions du DD sur lesquels repose l'outil d'aide à la décision proposé et d'introduire brièvement la GADD – le modèle employé pour l'adaptation de la grille au domaine de l'entomophagie.

1.1. Entomophagie

La définition du terme « entomophagie » est simple : d'origine grecque, la combinaison des racines « phagein » et « entomos » signifie littéralement « manger des insectes »¹ (Pal & Roy, 2014). Plusieurs organismes vivants adoptent naturellement cette habitude alimentaire, comme les reptiles, les oiseaux, les amphibiens et les mammifères, en incluant les humains. Actuellement, la littérature scientifique fait mention de plus de 1900 espèces d'insectes comestibles dans le monde, consommées par au moins 2 milliards de personnes (van Huis *et al.*, 2013). Bien qu'encore méconnue, l'entomophagie gagne de plus en plus d'intérêt au niveau international et scientifique (Pal & Roy, 2014). Les sections suivantes posent les bases afin de mieux comprendre l'intérêt de l'entomophagie dans le monde, son cadre institutionnel international, les différences culturelles observées dans la pratique et les différents types d'exploitation des insectes comestibles.

1.1.1 Intérêt de l'entomophagie

La publication d'articles scientifiques traitant d'entomophagie ou d'insectes comestibles a connu un essor marqué dans la dernière décennie². Au niveau des instances internationales, l'intérêt porté à cette habitude alimentaire a décuplé suite à un effort du Département de foresterie de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) visant à reconnaître les pratiques traditionnelles de collecte d'insectes à des fins alimentaire et économique, ainsi qu'à documenter les impacts écologiques qu'elles occasionnent sur les écosystèmes forestiers (van Huis *et al.*, 2013). Depuis 2003, la FAO s'implique dans différents projets touchant ce thème, et ce, dans plusieurs régions ou pays, dont l'Afrique centrale,

¹ Cet essai portera sur les insectes au sens strict, mais il pourrait probablement aussi s'appliquer à d'autres arthropodes consommés par l'homme, comme certaines espèces d'araignée ou de scorpions, par exemple (van Huis *et al.*, 2013).

² L'affirmation est basée sur l'analyse des articles scientifiques publiés dans la banque de données SCOPUS contenant les termes anglais « entomophagy » et « edible insects ».

la Thaïlande et le Laos (van Huis *et al.*, 2013). En 2013, suite à une collaboration avec le Laboratoire d'Entomophagie de l'Université Wageningen des Pays-Bas, ainsi qu'une consultation d'experts sur le potentiel des insectes pour améliorer la sécurité alimentaire, la FAO a d'ailleurs publié un document basé sur une revue de littérature à jour et très complète sur la collecte et l'élevage des insectes en tant qu'option viable pour la réduction de l'insécurité alimentaire (van Huis *et al.*, 2013; Halloran *et al.*, 2016a).

Le principal intérêt de l'entomophagie provient de la nécessité urgente de trouver des alternatives à la consommation de viande conventionnelle (van Huis, 2015). Ainsi, il est estimé que l'élevage de bétail est responsable de 14,5 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique, en plus d'occasionner des pressions importantes sur les ressources naturelles telles que les forêts, les sols et l'eau (Gerner *et al.*, 2013). Les bovins émettent 65 % des GES découlant du secteur, ce qui les place devant les autres types d'élevage de bétail (Gerner *et al.*, 2013). La situation est d'autant plus sérieuse que l'augmentation des revenus se produisant actuellement dans certains pays en développement d'Afrique, de l'Amérique latine et d'Asie est corrélée à une hausse marquée de la consommation de viande (Msangi & Rosegrant, 2011; Tilman & Clark, 2014). Combiné à la croissance de la population mondiale et à l'insécurité alimentaire qui perdure parmi les populations plus vulnérables de la planète, des changements profonds dans le système agroalimentaire global s'imposent (van Huis, 2013). Ainsi, la FAO estime que la production alimentaire devra augmenter de 70 % d'ici 2050 pour pouvoir nourrir la population prévue de 9 milliards de personnes sur terre (FAO, 2009). Or, une diminution de la consommation de viande pourrait permettre d'augmenter significativement la production alimentaire de la planète en réduisant la superficie de terres agricoles réservées directement ou indirectement à la production de viande, dont la proportion atteint actuellement environ 75 % (Foley *et al.*, 2011). Selon la FAO, la consommation d'insectes renferme donc un potentiel indéniable, puisqu'elle offre une alternative riche en protéines et plus durable à long terme (van Huis & *al.*, 2013).

1.1.2 Cadre institutionnel international

Au niveau du cadre institutionnel international touchant l'utilisation ou l'exploitation des insectes en tant que ressource alimentaire, c'est le département des forêts de la FAO qui demeure le principal organisme responsable de promouvoir et d'appuyer la pratique au sein des États membres. Cependant, étant donné sa nature multidisciplinaire, ce thème touche aussi d'autres départements et initiatives des Nations Unies. Parmi ceux-ci, la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture créée en 1983 par le Département de la gestion des ressources naturelles et de l'environnement reconnaît le rôle

essentiel que jouent les microorganismes et les invertébrés dans la sécurité alimentaire et l'agriculture (van Huis *et al.*, 2013). Le Traité international sur les ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture adopté en 2001 prend aussi en compte la valeur de cette ressource naturelle (van Huis *et al.*, 2013). De plus, la FAO est responsable de coordonner deux initiatives mondiales liées à la Convention sur la diversité biologique (CBD) : l'Initiative internationale pour la conservation et l'utilisation durable des pollinisateurs et l'Initiative internationale pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique des sols (van Huis *et al.*, 2013). Celles-ci reconnaissent les services essentiels supportés par les microorganismes et les invertébrés (van Huis *et al.*, 2013). Finalement, la FAO s'implique activement dans la supervision du Réseau international des systèmes de données sur l'alimentation (INFOODS), un groupe fondé en 1984 dont la mission est de « promouvoir la participation et la coopération internationales en matière d'acquisition et de diffusion de données adéquates et fiables sur la composition des aliments, des boissons, et de leurs ingrédients » (FAO, 2017). Depuis sa version 2.0, celle-ci comprend la valeur nutritive de 471 saisies d'insectes, ce qui représente 67 % des saisies classées dans le groupe alimentaire des viandes et volailles (FAO, 2016). La FAO est donc la principale organisation internationale responsable de la promotion et de l'encadrement de l'entomophagie.

1.1.3 Différences culturelles

Les différences culturelles jouent un rôle majeur dans les perceptions et les choix alimentaires des populations humaines (Mignon, 2002; Mela, 1999; DeFoliart, 1999). Les quantités d'insectes comestibles utilisées, les espèces exploitées et le stade de développement consommé varient selon les régions, les ethnies, les habitudes et les traditions des communautés locales (Ramos, 2008). Ainsi, la consommation d'insectes est courante et revêt une importance marquée dans l'évolution de plusieurs ethnies — le plus souvent situées dans les régions tropicales et subtropicales (DeFoliart, 1999; Vantomme, 2010). En fait, elle est pratiquée sur tous les continents, à l'exception de l'Europe et de l'Amérique du Nord (Mignon, 2002). Par exemple, en Chine, la chrysalide du réputé ver à soie (*Bombyx mori*), est fréquemment utilisée comme source de nourriture pour son accessibilité facile due au fait qu'elle est un sous-produit de la production de soie (DeFoliart, 1995). Elle ajoute un supplément important en protéines à la diète chinoise qui est principalement végétarienne (DeFoliart, 1995). Du côté africain, les insectes jouent un rôle prépondérant pendant la saison des pluies lorsque la disponibilité des aliments de base comme le poisson et le gibier diminuent (van Huis *et al.*, 2013). Dans plusieurs pays tropicaux, certaines espèces sont même considérées comme des mets raffinés et sont vendues à des prix relativement élevés sur le marché (van Huis *et al.*, 2013).

À l’opposé, en Occident, la consommation d’insectes est vue comme « dégoûtante » par une grande partie de la population, et ce, malgré le fait qu’elle fut anciennement pratiquée en Europe par les Romains et les Grecs (Looy *et al.*, 2014; DeFoliart, 1999; Mignon, 2002). Au cours de l’Histoire, sa disparition peut être expliquée par des facteurs tels que l’amélioration de la productivité agricole liée à la domestication des plantes et des animaux ainsi que le caractère imprévisible de son approvisionnement (DeFoliart, 1999; van Huis *et al.*, 2013). De plus, le climat tempéré qui caractérise en grande partie la région limite l’accès à la ressource pendant la saison froide (van Huis *et al.*, 2013). Ces exemples illustrent des différences majeures dans l’adoption de l’entomophagie qui s’expliquent entre autres par la localisation géographique et la culture.

1.1.4 Types d’exploitation

Les insectes comestibles peuvent être exploités à des fins de subsistance, pour leur vente dans les marchés locaux, ou encore exportés (Vantomme, 2010). De plus, ils peuvent s’obtenir de trois façons différentes selon le degré d’intervention humaine dans leur production (van Huis *et al.*, 2013). Tout d’abord, la collecte d’insectes sauvages s’effectue directement en nature (van Huis *et al.*, 2013). C’est de cette façon qu’ils s’obtiennent le plus fréquemment dans les régions tropicales (Vantomme, 2010; van Huis, 2015).

Ensuite, la production naturelle améliorée consiste à modifier l’habitat d’une espèce ciblée afin d’en améliorer la production en termes de quantité et de qualité (Van Itterbeck & van Huis, 2012). Par conséquent, les insectes sont toujours en contact avec leur habitat naturel à certaines périodes ou tout au long de leur développement, puis sont récoltés dans leur milieu naturel (van Huis *et al.*, 2013). Ce type d’exploitation représente donc un premier pas vers une domestication et une production alimentaire contrôlée (van Huis *et al.*, 2013). Par exemple, plusieurs groupes autochtones de l’Asie, de l’Afrique et de l’Amérique du Sud facilitent la collecte de larves du charançon du palmier (*Rhynchophorus spp.*) par la coupe délibérée de palmiers (Itterbeeck & Huis, 2012; van Huis *et al.*, 2013).

Quant à l’élevage, ce mode d’exploitation consiste à maintenir une population d’insectes en captivité, donc isolée des populations sauvages, sous des conditions de vie contrôlées favorisant une production supérieure (van Huis *et al.*, 2013). Bien que pratiqué au Cambodge, en Chine, au Laos et en Thaïlande, l’élevage d’insectes est encore relativement peu connu dans la littérature (Vantomme, 2010; van Huis *et al.*, 2013). En Thaïlande, il est estimé que près de 20 000 foyers sont impliqués dans l’élevage de criquets

à des fins alimentaires (Raloff, 2008). Les insectes produits sont ensuite vendus dans les marchés locaux, par exemple dans les rues de Bangkok, exportés dans les pays voisins comme le Laos ou le Cambodge, ou encore moulus pour être utilisés comme nourriture pour les animaux (Raloff, 2008; Vantomme, 2010). Dans les zones tempérées et industrialisées, les insectes provenant d'élevage sont habituellement utilisés pour la fabrication de nourriture animale destinée aux poissons ou encore aux animaux de compagnie (van Huis *et al.*, 2013; Cabrera *et al.*, 2015). Lorsque produits pour les humains, ils sont généralement transformés en huile ou en farines plutôt que vendus entiers afin que le consommateur dissocie l'animal de l'aliment, ce qui permet d'augmenter leur acceptabilité (Cabrera *et al.*, 2015). Au Québec, l'équipe de Cabrera *et al.* (2015) ont d'ailleurs recensé trois entreprises offrant des aliments à base d'insectes comme des barres énergétiques ou des bouchés offertes dans des ateliers de dégustation.

1.2 Application du concept de développement durable

Le concept de développement durable est probablement un des thèmes les plus discuté et débattu dans la littérature scientifique de notre époque (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). L'objectif de cet essai n'est évidemment pas de le remettre en question. Cependant, il importe de bien comprendre le contexte de son apparition au sein des projets internationaux, les définitions du concept et des dimensions du développement durable adoptées dans cet essai et les éléments fondamentaux de la grille d'analyse de développement durable (GADD) de la Chaire en Éco-conseil.

1.2.1 Contexte international et définition du développement durable

La première définition du concept de développement durable est issue de la Commission Brundtland formée en 1983 en réponse à la nécessité de plus en plus urgente de prendre en compte les aspects environnementaux dans les problématiques internationales (Longo *et al.*, 2016). Dans son rapport intitulé « Notre avenir à tous » publié en 1987, la Commission définit le concept comme étant : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures » (ONU, 1987). Le document identifie également des objectifs généraux visant à contrer la dégradation des ressources naturelles qui compromet la santé et la sécurité de l'être humain (ONU, 1987).

Plus récemment, en 2015, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté le Programme 2030 basé sur 17 objectifs de développement durable (ODD) visant à améliorer le sort des générations futures à l'aide de 169 cibles liés aux domaines de l'économie, du développement social et de la protection de

l'environnement (ONU, 2016) (figure 1.1). Les 193 pays membres des Nations Unies se sont ainsi engagés à atteindre ces objectifs d'ici 2030 (ONU, 2016).



Figure 1.1 Schéma des 17 objectifs de développement durable du Programme 2030 des Nations Unies.

Modifié de : ONU (2015a)

1.2.2 Description et critiques du modèle de développement durable à trois piliers

Le modèle du développement durable le plus répandu est formé de trois piliers représentant les dimensions économiques, sociales et environnementales (Lehtonen, 2004; Longo *et al.*, 2016) (figure 1.2). Cette conceptualisation suppose un équilibre entre les trois sphères pour l'atteinte d'un DD (Thatcher, 2015).

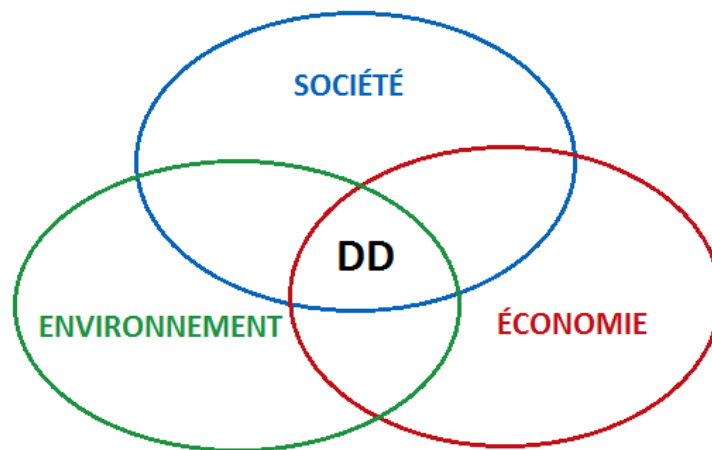


Figure 1.2 Modèle de développement durable à trois piliers. L'interprétation de ce modèle repose sur un équilibre entre les dimensions sociale, environnementale et économique (Thatcher, 2015).

Bien que ce modèle ait le mérite d'être simple à comprendre et facilement identifiable, la signification du développement durable en découlant est débattue dans la littérature (Villeneuve *et al.*, 2009; Longo *et al.*, 2016; Lehtonen, 2004; Wallis *et al.*, 2011; Luthe & von Kutzschenbach, 2016; Makasi & Govender, 2015). Une des principales critiques concerne le pilier de l'économie. Certains spécialistes dénoncent la vision capitaliste et contradictoire sur laquelle repose la notion de développement issue de la Commission Brundtland, puisque celle-ci se base sur une croissance économique infinie dans un système terrestre fermé aux limites écologiques finies (Longo *et al.*, 2016). Ainsi, la représentation par trois piliers place les trois dimensions au même niveau hiérarchique, sans priorisation ni spécifications contextuelles. Or, pour être durable à long terme, l'économie doit nécessairement opérer à l'intérieur des capacités de support des écosystèmes (Longo *et al.*, 2016). Une autre spécification apportée par certains auteurs est que l'importance de chacune des dimensions varie selon le contexte (Lehtonen, 2004; Wallis *et al.*, 2011, Luthe & von Kutzschenbach, 2016). Par exemple, la dimension sociale d'un projet d'établissement d'une aire protégée dans une zone où vivent des communautés autochtones aura beaucoup plus d'importance en comparaison à un projet semblable prévu dans une aire inhabitée. Toutefois, dans le modèle à trois piliers, les dimensions sont de grandeurs égales. Finalement, d'autres critiques répandues concernent son côté abstrait, flou et difficile à opérationnaliser (Luthe & von Kutzschenbach, 2016; Hull, 2008). Au final, cela occasionne de la confusion parmi les acteurs dont les interprétations sont souvent variées et contradictoires (Hull, 2008).

1.2.3 Description et avantages du modèle de développement durable *Sustainabuild*

Les différentes critiques formulées dans la littérature envers le modèle du DD à trois piliers mettent de l'avant la nécessité d'illustrer le concept d'une manière plus adéquate (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). À ce sujet, le modèle *Sustainabuild* a été développé par Luthe & von Kutzschenbach (2016) après plusieurs années d'expérimentation afin de simplifier et concrétiser la conceptualisation du développement durable, et ultimement stimuler l'intérêt et la participation du public (figure 1.3).

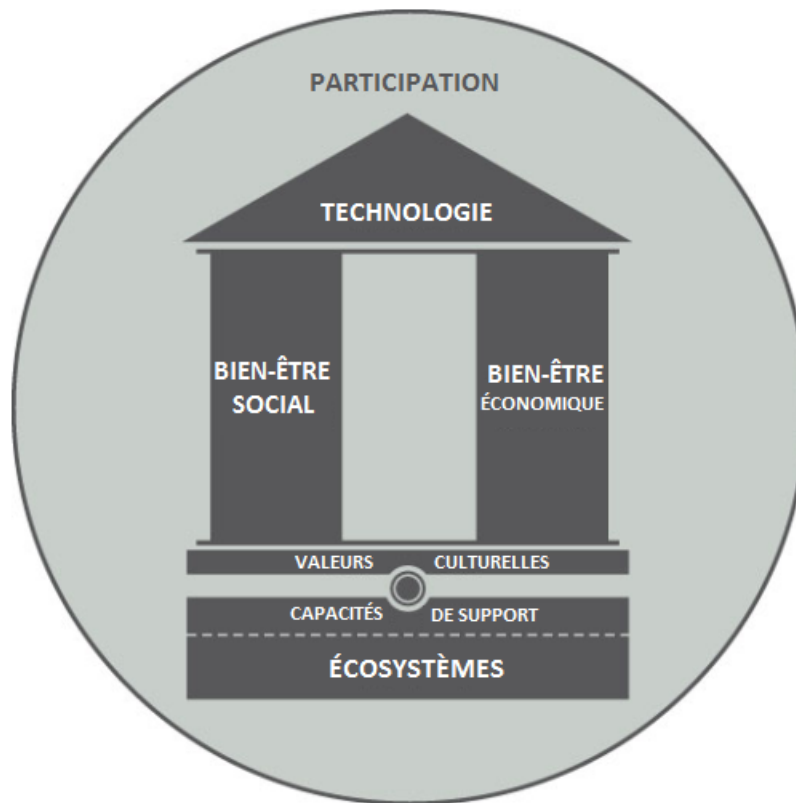


Figure 1.3 Modèle de développement durable *Sustainabuild*. Dans ce modèle, les dimensions du DD sont symbolisées par un bâtiment entouré d'une « bulle » de participation considérée essentielle pour le bon fonctionnement du système. Les capacités de support des écosystèmes sont illustrées comme les fondations, puisque selon les auteurs, elles sont la base d'un DD. Quant aux valeurs culturelles, elles équilibrent ou structurent les deux piliers du bâtiment qu'est le bien-être social et économique. Finalement, les innovations technologiques sont représentées par la toiture, puisqu'elles servent théoriquement à améliorer le bien-être social et économique de la population, tout en respectant les capacités de support des écosystèmes.

Traduction libre de : Luthe & von Kutzschenbach (2016)

On y retrouve toujours les trois dimensions du modèle précédent, mais formulées différemment pour plus de clarté : le bien-être social (pilier social), le bien-être économique (pilier économique) et les capacités de support des écosystèmes (pilier écologique) (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). Pour démontrer son importance fondamentale, ce dernier est symbolisé par les fondations de la « maison » (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). De plus, trois autres dimensions sont ajoutées. Tout d’abord, à travers leur représentation sous forme de balancier, les valeurs culturelles structurent et placent en équilibre le bien-être social et économique, symbolisés par les deux piliers de la bâtisse (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). Ensuite, illustrée par la « toiture », la technologie doit satisfaire — ou repose sur — les piliers du bien-être social et économique des populations, mais toujours à l’intérieur des limites écologiques de la planète (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). Finalement, une « bulle » de participation entoure la construction pour symboliser le besoin essentiel de différentes formes de participation pour faire fonctionner les cinq autres dimensions du DD (Luthe & von Kutzschenbach, 2016).

Par l’utilisation de symboles universels, le modèle *Sustainabuild* renferme plusieurs avantages en comparaison au modèle à trois piliers. Tout d’abord, il situe et hiérarchise les différentes dimensions une par rapport à l’autre (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). Par exemple, il permet de montrer le rôle prépondérant des capacités de support des écosystèmes par rapport aux autres dimensions. Ensuite, il précise le rôle de la culture (la balance), de la participation des différents acteurs (la bulle) et de la technologie (la toiture). De plus, les dimensions sociales et économiques sont précédées du terme « bien-être », ce qui clarifie l’objectif ultime de ces deux piliers. Finalement, il illustre l’interdépendance entre chacune des dimensions, en plus d’offrir une perspective plus concrète et holistique du concept de DD (Luthe & von Kutzschenbach, 2016). C’est donc pour ses divers avantages que ce modèle du DD a été privilégié comme base pour l’élaboration de l’outil d’aide à la décision.

1.2.4 Dimensions RSO-DD

L’Organisation internationale de normalisation (ISO) est une organisation internationale non gouvernementale regroupant 163 organismes nationaux de normalisation (ISO, s/d). Son rôle est d’élaborer des normes internationales d’application volontaire touchant presque tous les secteurs industriels du marché (ISO, s/d, a). Elle est aussi la précurseuse des *Lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale* (ISO 26000), une initiative visant à supporter les organisations dans l’application du développement durable et permettant de transmettre les bonnes pratiques en matière de responsabilité sociétale des organisations (RSO) (ISO, s/d, b; ISO, s/d, c). Déployées en 2010, ces lignes

directrices sont appuyées par les Nations Unies depuis 2011 (Comité21 Québec, 2017a). Elles sont aussi employées comme références par l’Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) et la Chaire en Éco-conseil de l’Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) dans la définition des dimensions du DD — les dimensions RSO-DD — sur lesquels se base leur GADD (Comité21 Québec, 2017b).

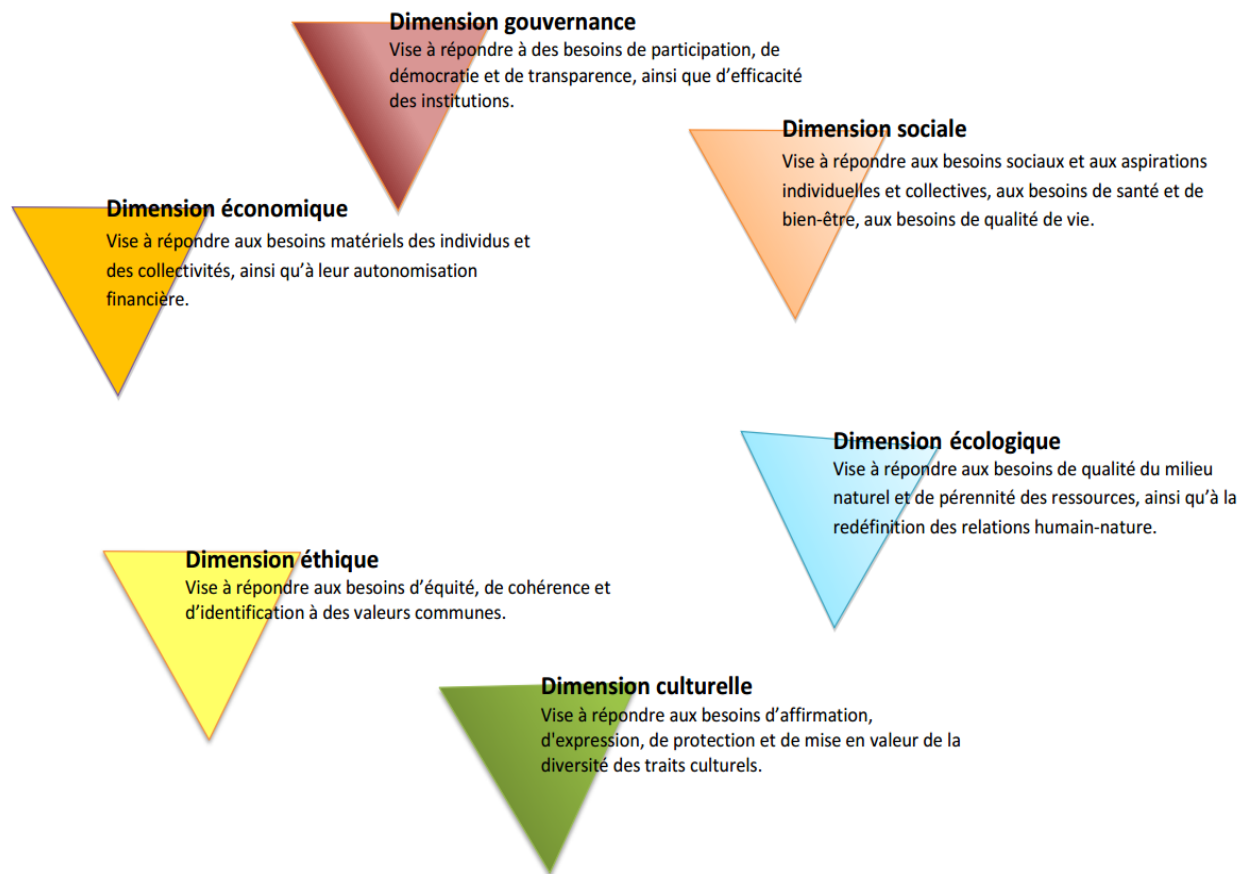


Figure 1.4 Définition des six dimensions du développement durable utilisées par la Chaire en Éco-conseil de l’UQAC dans sa grille d’analyse du développement durable.

Source : Villeneuve *et al.* (2016a)

Utilisée comme point de départ pour l’élaboration de l’outil proposé dans cet essai, la GADD repose sur six dimensions qui diffèrent un peu de celles définies pour conceptualiser le DD dans la section précédente. Afin d’assurer une certaine uniformité et une cohérence dans les outils francophones élaborés en DD, ces six dimensions et leurs définitions respectives seront employées telles quelle dans l’adaptation de la GADD à l’exploitation des insectes comestibles (figure 1.4).

1.2.5 Introduction à la Grille d'analyse de développement durable de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC

En réponse au défi de mesurer les objectifs du DD, de nombreux types d'outils d'évaluation de la durabilité ont été développés (Ness *et al.*, 2007). Parmi ceux-ci figure la GADD, élaborée par la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC. Elle constitue une base solide sur laquelle s'appuyer pour l'élaboration de l'outil d'aide à la décision pour l'utilisation durable des insectes à des fins alimentaires. En effet, elle a été appliquée et améliorée à plusieurs reprises et dans plusieurs contextes différents depuis plus de 25 ans (Villeneuve *et al.*, 2016a). Par exemple, elle a été employée pour analyser de nombreux projets de développement au Québec et testée dans huit pays membres de l'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) en Afrique (Villeneuve, 2014)³.

La GADD « vise à orienter des politiques, stratégies, programmes ou projets de développement durable, pour bonifier leurs lacunes et/ou caractériser leur avancement » (Villeneuve *et al.*, 2016a). En d'autres mots, elle permet d'opérationnaliser et de générer une réflexion sur le DD (Villeneuve *et al.*, 2016a). La grille comprend 166 objectifs de DD associés à des thèmes, qui eux sont répartis parmi les six dimensions définies à la section précédente (figures 1.4 et 1.5) (Villeneuve *et al.*, 2016a). Plus concrètement, l'outil est organisé dans un tableur du logiciel Microsoft Excel composé de plusieurs onglets, dont six représentent chacune des dimensions sous forme de tableaux (Villeneuve *et al.*, 2016a). Chaque tableau contient la liste des objectifs classés selon les thèmes associés ainsi que plusieurs colonnes de données à compléter comme la pondération et l'évaluation des objectifs (Villeneuve *et al.*, 2016a).

Pour procéder à l'évaluation de l'état d'avancement du développement durable des PSPP, deux modes d'utilisation de la grille sont proposés : l'analyse sommaire et l'analyse détaillée (Villeneuve *et al.*, 2016a). De façon générale, la première permet d'obtenir des résultats qualitatifs par l'identification d'actions répondant à chacun des objectifs (Villeneuve *et al.*, 2016a). Celle-ci est donc bien adaptée pour entreprendre une démarche d'application des principes du DD (Villeneuve *et al.*, 2016a). Quant à la deuxième, elle repose sur une évaluation quantitative selon une pondération de l'importance de chacun des objectifs, puis l'attribution d'une note individuelle (Villeneuve *et al.*, 2016a). La « note pondérée » pour chacun des objectifs est simplement obtenue en multipliant la pondération à la note individuelle

³ En collaboration avec l'IFDD, la Chaire en Éco-conseil travaille présentement sur une méthodologie intégrée dans la GADD permettant d'évaluer dans quelle mesure une politique, une stratégie, un programme ou un projet (PSPP) répond aux 17 ODD des Nations Unies (David Tremblay, communication personnelle, avril 2017).

associée (Villeneuve *et al.*, 2016a). Une « moyenne pondérée » peut ensuite être calculée pour chacun des thèmes ou des dimensions, selon le besoin. L'analyse détaillée permet donc de comparer différents PSPP entre eux, d'apprécier dans quelle mesure un PSPP répond à chacune des six dimensions du DD et d'établir un point de comparaison pour une évaluation future d'un même PSPP auquel des modifications auraient été apportées (Villeneuve *et al.*, 2016a). Cependant, elle nécessite plus de temps et de ressources que l'analyse sommaire (Villeneuve *et al.*, 2016a).

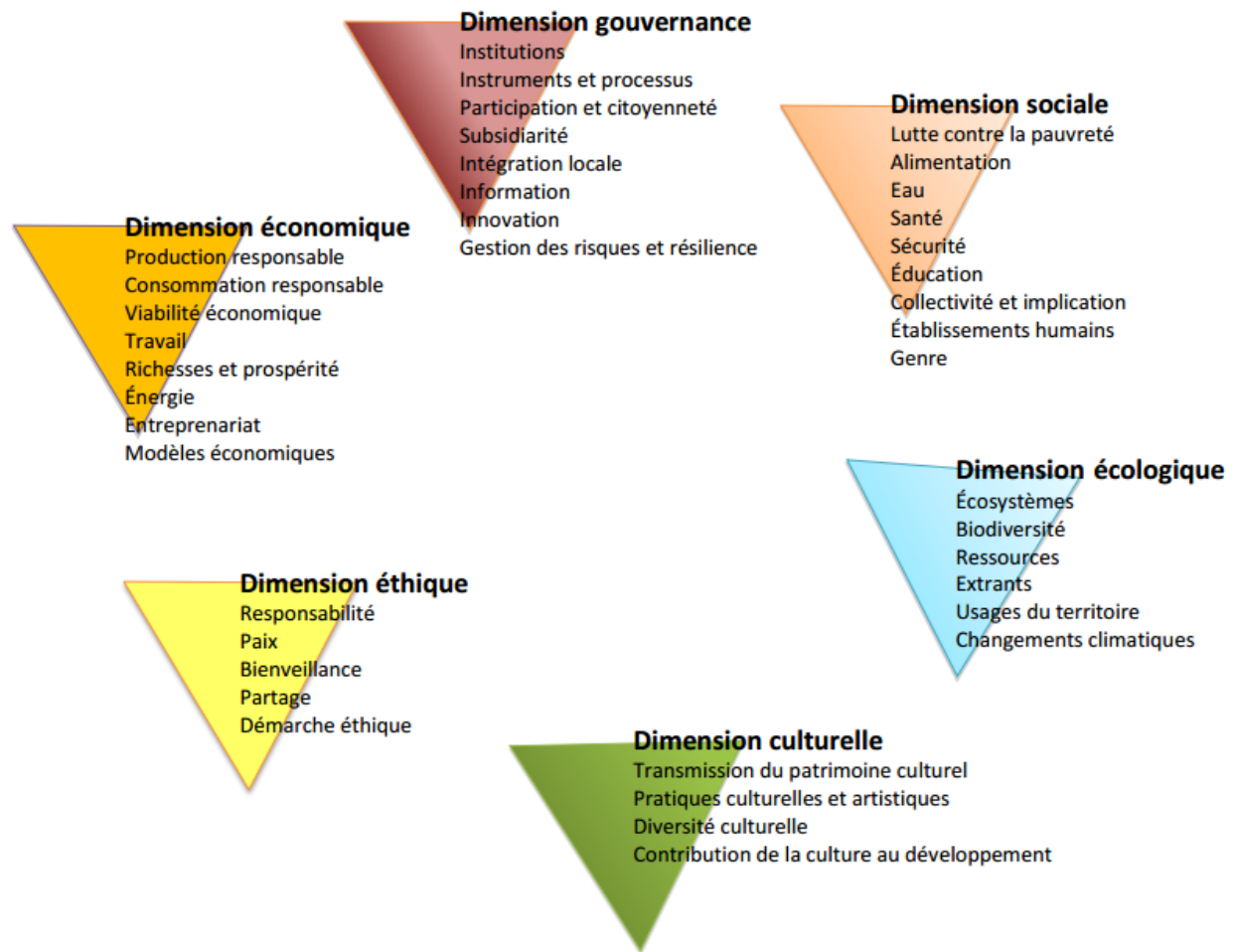


Figure 1.5 Classification des thèmes utilisés par la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC dans sa grille d'analyse du développement durable en fonction des six dimensions du DD.

Source : Villeneuve *et al.* (2016a)

Chapitre 2

Méthodologie générale

Ce second chapitre présente les grandes étapes réalisées pour compléter l'ensemble des objectifs spécifiques mentionnés dans l'introduction et ultimement atteindre l'objectif général de cet essai, c'est-à-dire le développement d'un outil d'aide à la décision pour l'exploitation durable des insectes destinés à la consommation humaine.

La démarche s'est entreprise par une collecte d'information via une revue de littérature, afin de bien délimiter le sujet de l'essai et de définir un plan de rédaction. Pour ce faire, j'ai effectué des recherches afin de me familiariser sur le sujet et de définir l'état actuel des connaissances sur ces principaux thèmes :

- La pratique de l'entomophagie;
- Le concept de développement durable;
- Les types d'outils d'aide à la décision utilisés en gestion des ressources naturelles ou en développement durable;
- Les stratégies de gestion durable des ressources naturelles recommandées dans le domaine de l'entomophagie et de l'exploitation des insectes comestibles.

Les moteurs de recherche employés sont *Google*, *Google Scholar* et *Google Books*, ainsi que diverses banques de données accessibles par l'intermédiaire de la bibliothèque de l'Université de Sherbrooke comme *Scopus*, *Pubmed* et *ScienceDirect*. De plus, des personnes ressources furent consultées, notamment des spécialistes de la grille d'analyse de développement durable (GADD) de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC. Les données proviennent des sources suivantes :

- Documents publiés par des organisations internationales;
- Documents universitaires (mémoires, essais et thèses);
- Articles scientifiques;
- Manuels;
- Pages internet provenant de sites crédibles;
- Spécialistes ou personnes ressources.

En plus de baliser le sujet d'essai, cette première étape a mené à une phase d'analyse de l'information colligée. Celle-ci fut essentielle pour les étapes suivantes de l'élaboration de l'outil. Tout d'abord, elle permit de déterminer sur quelle définition du DD serait basé l'outil développé. Puis, la lecture d'articles scientifiques axés sur l'analyse de divers outils d'aide à la décision utilisés dans les domaines du développement durable, de la gestion des ressources naturelles et de la foresterie ont permis de choisir l'approche la mieux adaptée au contexte et à la nature de la problématique visée par l'essai. Il fut alors décidé que l'outil serait basé sur la GADD de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC et que ses objectifs seraient adaptés à l'exploitation des insectes comestibles en fonction des données disponibles dans la littérature. Plus précisément, l'outil proposé repose sur l'analyse des enjeux de l'entomophagie dont la méthodologie est décrite au paragraphe suivant. Le guide d'utilisation intégré dans l'outil fut quant à lui modifié et bonifié par l'ajout ou la réorganisation de sections rédigées par la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC.

En parallèle, les enjeux environnementaux et socioéconomiques liés à l'utilisation des insectes à des fins alimentaires furent documentés en fonction des trois principaux types d'exploitation : la collecte, la production naturelle améliorée et l'élevage. Ceci visait à guider les futurs utilisateurs de l'outil désirant évaluer un projet d'utilisation des insectes comestibles dans une perspective de développement durable. En effet, bien que l'analyse ne prétende pas couvrir tous les enjeux possibles, elle permet d'acquérir des connaissances primordiales sur des facteurs essentiels à considérer dans l'évaluation de la durabilité d'un projet.

Pour terminer, j'ai formulé des stratégies de gestion durable des insectes comestibles puis je les ai regroupées par thèmes. Celles-ci découlent des informations recueillies lors de l'analyse des enjeux liés à l'exploitation durable des insectes comestibles.

Chapitre 3

Enjeux environnementaux

Ce chapitre présente les enjeux environnementaux associés à l'utilisation des insectes pour l'alimentation humaine (tableau 3.1). Bien qu'ils aient été classés comme négatifs ou positifs, des nuances importantes ont parfois été ajoutées aux différents arguments recensés dans la littérature. De plus, il faut garder en tête que leur degré d'influence varie selon le contexte et la nature d'un PSPP. Par exemple, un projet d'entreprise d'élevage de grillons destinés à la préparation de barres énergétiques pour sportifs au Québec implique des enjeux complètement différents qu'une ferme familiale d'élevage de criquets destinés à la vente dans les marchés locaux de Bangkok⁴. Ce chapitre fournit donc une base essentielle pour comprendre les différents facteurs environnementaux à considérer pour qu'un PSPP lié à l'exploitation d'insectes comestibles se rapproche le plus possible du modèle de développement durable décrit dans la section précédente.

Tableau 3.1 Synthèse des enjeux environnementaux associés à l'utilisation des insectes comestibles pour l'alimentation humaine. Les enjeux sont numérotés et nommés de la même façon que les sections correspondantes dans le texte du chapitre, tandis que les idées clés désignent les aspects principaux à retenir pour chacun. Un crochet indique à quel type d'exploitation ils sont liés, c'est-à-dire la collecte (C) ou l'élevage (E). La production naturelle améliorée n'est pas représentée, puisque celle-ci se situe à l'intersection entre ces derniers et que ses impacts varient selon le contexte.

| Thèmes | Idées clés | C | E |
|--|--|---|---|
| Avantages et opportunités | | | |
| 3.1.1 Protection des insectes et de leur habitat | Valorisation des ressources naturelles et d'espèces parapluies | x | x |
| 3.1.2 Contrôle biologique des espèces nuisibles | Réduction de l'utilisation des pesticides | x | |
| 3.1.3 Alternative à l'élevage de bétail | Haute capacité de conversion de la nourriture en protéines | | x |
| 3.1.4 Recyclage des déchets ou sous-produits organiques | Réduction de la contamination de l'environnement | | x |
| Inconvénients et menaces | | | |
| 3.2.1 Surexploitation et perturbation des habitats | Augmentation de la demande et intensification de la collecte | x | |
| 3.2.2 Modifications génétiques | Érosion de la diversité génétique et perturbation de l'écologie des populations sauvages | | x |

⁴ Ceci s'applique aussi aux enjeux socioéconomiques analysés au chapitre 4.

3.1 Avantages et opportunités

Cette section présente les enjeux environnementaux pouvant être considérés comme des avantages ou des opportunités : la protection des insectes et de leur habitat, le contrôle biologique des espèces nuisibles, l'élevage d'insectes comestibles comme alternative à l'élevage de bétail et le recyclage des déchets organiques.

3.1.1 Protection des insectes et de leur habitat

Le développement de l'entomophagie peut permettre de valoriser certaines espèces d'insectes comestibles et de renforcer la protection des habitats dans lesquels ils vivent, comme les écosystèmes forestiers ou agricoles (DeFoliart, 1997; Holden, 1991; Vantomme, 2010). L'abondance et la capacité de reproduction rapide des insectes offrent ainsi l'opportunité de promouvoir l'entomophagie dans un but de conservation (Yen, 2009b). Dans le domaine de la conservation, on qualifie « d'espèces parapluie » celles dont la protection assure indirectement la survie d'une multitude d'autres espèces vivant dans le même habitat (van Huis *et al.*, 2013). Cet impact positif repose sur la volonté des communautés locales à préserver les ressources naturelles lorsqu'elles revêtent une importance marquée dans leur mode de vie (DeFoliart, 1997; Vantomme, 2010). Par exemple, pour certaines aires de collecte de chenilles situées en Zambie, Holden (1991) a noté une réduction de la fréquence des feux de brousse provoqués par les villageois en réponse à leur désir de protéger et d'exploiter les populations d'insectes de façon durable (Vantomme, 2010). La mise en valeur des espèces récoltées en nature peut donc contribuer de façon significative à la protection de l'environnement.

3.1.2 Contrôle biologique des espèces nuisibles

En plus de nourrir les populations, la collecte d'insectes comestibles peut aussi être utilisée comme méthode de contrôle biologique des espèces nuisibles (Cerritos & Cano-Santana, 2008; DeFoliart, 1997; van Huis *et al.*, 2013). Ainsi, la capture d'insectes nuisibles permet de réduire l'emploi de pesticides visant leur élimination (Cerritos & Cano-Santana, 2008; DeFoliart, 1997; van Huis *et al.*, 2013). Or, ces produits chimiques sont associés à plusieurs effets négatifs sur la santé humaine et l'environnement (Horrigan *et al.*, 2002). Dans ce contexte, la récolte a alors trois avantages : elle nourrit les populations, diminue l'abondance des insectes nuisibles dans les cultures et réduit les impacts négatifs de l'usage des pesticides. Quelques exemples de cette triple utilité de la récolte d'insectes comestibles sont relatés dans la littérature scientifique (Cerritos & Cano-Santana, 2008; DeFoliart, 1997; Nonaka, 2009; van Huis *et al.*,

2013). Au total, Cerritos (2009) a identifié 15 espèces comestibles considérées nuisibles aux écosystèmes agricoles dans le monde. Parmi celles-ci, la Chapuline (*Sphenarium purpurascens*) est une des plus importantes espèces responsables d'épidémies au Mexique (Cerritos & Cano-Santana, 2008). Sa répartition s'étend jusqu'au Guatemala et certaines îles des Caraïbes (Cerritos & Cano-Santana, 2008). En comparant l'efficacité des insecticides avec la capture manuelle des insectes, Cerritos & Cano-Santana (2008) ont démontré que cette dernière permettait de diminuer ou de contrôler la densité des populations, suggérant ainsi qu'elle est une alternative efficace. De plus, cette méthode permet aux villageois d'économiser sur le coût des insecticides (Cerritos & Cano-Santana (2008). Un autre exemple a été constaté en Thaïlande, où des compétitions de collecte et des programmes promouvant la consommation d'insectes causant des dégâts dans les champs agricoles ont été organisés pour contrer l'utilisation des pesticides (DeFoliart, 1997; Vantomme, 2010). Ces insectes sont alors devenus des mets très appréciés de la population (DeFoliart, 1997). Ces exemples illustrent des opportunités intéressantes liées à la récolte d'insectes nuisibles comestibles.

3.1.3 Alternative à l'élevage de bétail

Parmi les alternatives à l'élevage de bétail considérées plus durables pour l'environnement se retrouve l'élevage d'insectes, dont les avantages reposeraient d'abord sur leur haute capacité de conversion de la nourriture (Halloran *et al.*, 2014; Halloran *et al.*, 2016a; van Huis, 2012; van Huis *et al.*, 2013). À titre de comparaison, pour produire 1 kilogramme (kg) de protéines de porc et de bœuf aux États-Unis, respectivement 5 et 10 kg de protéines végétales sont nécessaires (Smil, 2002a), contre seulement 1,7 kg pour les grillons (Collavo *et al.*, 2005). En ajoutant à ces données les différences de proportion digestible – 80 % pour les insectes (Nakagaki & DeFoliart, 1991), 55 % pour le porc et 40 % pour le bœuf (Smil, 2002b) –, il est possible d'estimer que les criquets sont quatre fois plus efficaces que le porc et 12 fois plus que le bœuf pour convertir la nourriture qu'ils consomment en protéines (van Huis, 2013). Cette capacité est particulièrement importante lorsqu'on pense à la grande proportion de terres agricoles utilisées pour nourrir le bétail (Foley *et al.*, 2011; Halloran *et al.*, 2016a; van Huis, 2013). Ainsi, une étude réalisée par Oonincx et de Boer (2012) sur deux espèces comestibles (*Tenebrio molitor* et *Zophobas morio*) a montré que leur production permettrait d'économiser des superficies de terres agricoles significatives, lesquelles pourraient être employées à nourrir les humains plutôt que les animaux. Ceci occasionnerait aussi potentiellement des économies en eau, due à la quantité moindre de cultures à arroser pour produire la nourriture des insectes (van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013). Plus de recherches sont toutefois nécessaires pour démontrer ce point (van Huis, 2013), puisqu'en 2016, une seule étude portait

spécifiquement sur les dépenses d'eau liées à la production de deux espèces d'insectes uniquement (Halloran *et al.*, 2016a; Miglietta, 2015). On peut tout de même affirmer que l'élevage d'insectes comestibles permettrait de réduire les superficies de cultures réservées pour le bétail si les insectes remplaçaient une partie de la viande consommée dans la diète de la population.

Un autre avantage concerne les faibles émissions de gaz à effet de serre⁵ (GES) et d'ammoniaque (NH₃) provenant de l'élevage d'insectes en comparaison à l'élevage de bétail (Oonincx *et al.*, 2010; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013). Il est reconnu que la production de GES est une des principales causes du réchauffement climatique, tandis que celle d'ammoniaque est responsable de l'eutrophisation des cours d'eau et de l'acidification des sols (Oonincx *et al.*, 2010; Steinfeld *et al.*, 2006; van Huis, 2013). Les travaux d'Oonincx *et al.* (2010) ont permis d'évaluer l'émission de CO₂, de CH₄, de N₂O et de NH₃ chez cinq espèces d'insectes, dont trois sont comestibles. Les résultats ont montré que quatre des cinq espèces étudiées engendraient des quantités de GES beaucoup plus faibles que le porc et équivalentes à 1 % des émissions produites par les ruminants (Oonincx *et al.*, 2010). Quant aux NH₃, les niveaux émis par les cinq espèces étaient plus bas que ceux des élevages de bétail conventionnels (Oonincx *et al.*, 2010). Par contre, certaines espèces de termites, de coquerelles et de scarabées sont connues pour produire des quantités significatives de méthane (CH₄) (Halloran *et al.*, 2016). Par exemple, les termites seraient responsables de 3 à 19 % des émissions mondiales (Jamali *et al.*, 2011). Or, sur une période de 100 ans, ce GES est 25 fois plus puissant que le CO₂ en terme de potentiel de réchauffement planétaire (Forster *et al.*, 2007). Pour minimiser les quantités produites, des chercheurs suggèrent de contrôler les conditions d'élevage telles que la luminosité, la température et l'humidité (Gomati *et al.*, 2011). Une optimisation potentielle des systèmes d'élevage industriels serait donc une option envisageable pour réduire l'émission de méthane (Halloran *et al.*, 2016a).

Par ailleurs, des nuances importantes sont à apporter concernant la durabilité des systèmes de production d'insectes comestibles en comparaison à ceux du bétail. Tout d'abord, Halloran *et al.* (2016a) ont répertorié seulement six études publiées – toutes européennes – portant sur l'application de l'analyse du cycle de vie⁶ à ce type d'élevage. Bien que selon eux, la production commerciale d'insectes comestibles

⁵ Les plus importants GES sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O) (Oonincx *et al.*, 2010).

⁶ Selon Halloran *et al.* (2016a), pour être complète, une analyse du cycle de vie d'un système de production d'insectes comestibles doit inclure les impacts engendrés par les aspects suivant : la construction des installations, la production,

soit prometteuse au point de vue environnemental, ils considèrent qu'il manque encore beaucoup de données pour réellement pouvoir démontrer ses avantages (Halloran *et al.*, 2016a). Ainsi, au moment de leur étude, seulement trois espèces comestibles avaient été analysées (Halloran *et al.*, 2016a), alors que l'Autorité européenne de sécurité des aliments recense 16 espèces produites par élevage en Europe et à l'extérieur (EFSA Scientific Committee, 2015). De plus, contrairement à la FAO (van Huis *et al.*, 2013), Halloran *et al.* (2016a) doutent qu'une augmentation de la production d'insectes issus de l'élevage ait véritablement un impact sur les quantités de viande consommées globalement. Cette remise en question vient du fait que la majorité des insectes commercialisés sont mangés comme collation ou produit à caractère nouveau (Fellows, 2014, cité dans Halloran *et al.*, 2016a). Ces chercheurs remettent aussi en question l'utilisation du taux de conversion des aliments en tant que mesure fiable pour comparer l'efficacité des différents types d'élevage : celle-ci est souvent mesurée en laboratoire et dans des conditions différentes de celles des fermes d'élevage (Halloran *et al.*, 2016a). Or, le taux de conversion des aliments varie en fonction de plusieurs paramètres comme la diète des populations étudiées, leur densité, ou encore la température (Halloran *et al.*, 2016a). Par conséquent, la durabilité des systèmes de production d'insectes comestibles serait largement dépendante des conditions qui les définissent (Halloran *et al.*, 2016a).

3.1.4 Recyclage des déchets organiques

Un autre avantage mis de l'avant dans la littérature concerne la réduction de la contamination environnementale par l'utilisation de déchets ou sous-produits organiques comme aliments – ou substrats – pour les insectes d'élevage destinés à l'alimentation animale et humaine (DeFoliart, 1997; van Huis *et al.*, 2013). Dans le contexte de l'augmentation de la population, la gestion des déchets organiques est une problématique d'envergure (Surendra *et al.*, 2016). Dans les pays industrialisés, les déchets organiques résultent typiquement de la surproduction alimentaire, tandis que dans les pays à faibles ou moyens revenus, les aliments sont parfois récoltés trop tôt ou encore stockés selon des méthodes inappropriées (Gustavsson *et al.*, 2011). Globalement, la FAO estime qu'un tiers de la nourriture produite est gaspillée (Gustavsson *et al.*, 2011). Or, la gestion de ces déchets à travers les méthodes conventionnelles comme l'enfouissement, l'incinération ou le compostage occasionne des impacts environnementaux significatifs, tels que la contamination des eaux souterraines ainsi que l'émission de méthane (Arancon *et al.*, 2013).

les aliments utilisés pour nourrir les insectes, le transport, la transformation, l'entreposage, ainsi que la gestion des déchets et les procédés de recyclage des nutriments.

Une solution alternative consiste donc à transformer ces déchets organiques en protéines par l'intermédiaire d'insectes comestibles (van Huis *et al.*, 2013). Ceci favorise ainsi une approche circulaire qui imite les processus naturels de recyclage des nutriments (Esrey, 2000). Cependant, l'utilisation de certains types de déchets organiques comme le fumier ou les sous-produits d'abattoir peut comporter des risques pour la santé humaine liés à l'hygiène des aliments (EFSA Scientific Committee, 2015; Halloran *et al.*, 2016; van Huis *et al.*, 2013). Des études sont toujours en cours ou recommandées pour combler les lacunes dans les données sur le sujet (EFSA Scientific Committee, 2015; Kelemu *et al.*, 2015; van Huis *et al.*, 2013).

La valorisation des déchets organiques à travers l'alimentation des insectes comestibles peut aussi permettre de diminuer les impacts environnementaux globaux liés à la production de nourriture destinés aux animaux d'élevage (Halloran *et al.*, 2016). Les analyses du cycle de vie démontrent que les aliments donnés pour nourrir les animaux constituent un facteur déterminant de la durabilité des systèmes de production, aussi bien pour le bétail que pour les insectes comestibles (Halloran *et al.*, 2016). Ainsi, des élevages d'insectes nourris avec les mêmes aliments que les humains ou le bétail ajouteraient encore plus de compétition dans ce secteur qui occasionne déjà des impacts environnementaux significatifs (Halloran *et al.*, 2016). Dans ce contexte, le recyclage des déchets organiques par l'utilisation d'espèces adaptées constitue une alternative ayant beaucoup de potentiel (Halloran *et al.*, 2016; Kelemu *et al.*, 2015).

3.2 Inconvénients et menaces

Les inconvénients et menaces associés à l'environnement se divisent en deux grands thèmes : la surexploitation et perturbation des écosystèmes ainsi que les modifications génétiques et relâchements accidentels.

3.2.1 Surexploitation et perturbation des habitats

La pratique de l'entomophagie et les modes d'exploitation des insectes comestibles semblent être en pleine transformation dans plusieurs régions du monde (Nonaka, 2009; Ramos-Elorduy, 1997; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013; van Itterbeeck & van Huis, 2012). Alors que la pratique traditionnelle est en déclin dans certaines régions (section 4.2.3) (DeFoliart, 1999; Looy *et al.*, 2014; Pingali, 2006; Yen, 2009a), on constate une hausse de la demande dans d'autres (Nonaka, 2009; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013). Cette dernière tendance exerce ainsi une pression croissante sur les populations d'insectes comestibles qui peut mener à leur surexploitation et à la perturbation de leurs habitats.

Quelques facteurs sont cités pour expliquer l'augmentation de la demande pour les insectes comestibles. Tout d'abord, la hausse des revenus liée à l'urbanisation serait responsable de l'augmentation de la demande pour ce produit (Nonaka, 2009; van Huis, 2013). Les médias joueraient un rôle en renforçant le prestige qui lui est associé, ce qui affecterait positivement sa popularité (Ramos-Elorduy, 2009). On retrouve aujourd'hui ce produit dans certains restaurants cinq étoiles, alors qu'il était auparavant vendu exclusivement dans les marchés de rue ou les petits restaurants (Ramos-Elorduy, 2009). Ainsi, il est aujourd'hui considéré comme un met fin dans de nombreuses régions, comme en Afrique du Sud, en Ouganda, au Mexique, au Laos ou en Thaïlande (Abbasi *et al.*, 2016; Nonaka, 2009; Pal & Roy, 2014; Ramos-Elorduy, 2009; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013).

Pour satisfaire cette demande croissante, la collecte d'insectes auparavant réalisée à l'aide de méthodes traditionnelles s'effectue de plus en plus dans le cadre de programmes de collecte intensifs, souvent par des cueilleurs inexpérimentés ou provenant de l'extérieur de la région (Ramos-Elorduy, 2006; Ramos-Elorduy, 2009; van Huis *et al.*, 2013; Vantomme, 2004; Yen, 2015). Cette modification des modes d'exploitation correspond à la tendance généralisée parmi les pays en développement : l'agriculture à l'origine traditionnelle et de subsistance s'adapte de plus en plus aux tendances du marché (Pingali, 2006). Ainsi, la surexploitation et la perturbation de l'habitat des insectes comestibles sont déjà un phénomène constaté dans plusieurs régions comme l'Afrique centrale, l'Afrique du Sud, le Mexique ou l'Asie du Sud-Est (Kelemu *et al.*, 2015; Nonaka, 2009; Pal & Roy, 2014; Ramos-Elorduy, 2009; Schabel, 2010; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013). Une étude réalisée à Hidalgo au Mexique a montré que 14 espèces consommées sur 30 étaient susceptibles de disparaître dû à la surexploitation (Ramos-Elorduy, 2005, cité dans Johnson, 2010).

La collecte d'insectes comestibles peut aussi avoir des impacts négatifs sur leur habitat en influençant les interactions écologiques entre les différentes espèces (Choo, 2008). En accroissant la compétition avec les autres prédateurs pour la capture de certaines espèces, les humains peuvent potentiellement nuire à la survie de celles-ci ou des prédateurs eux-mêmes (Choo, 2008). Dans d'autres cas, ce sont les méthodes de collecte ou de production naturelle améliorée qui exercent une pression supplémentaire sur les écosystèmes (Kelemu *et al.*, 2015; Schabel, 2010; van Huis *et al.*, 2013; Yen, 2015). Par exemple, dans les tropiques, des arbres sont parfois coupés en entier pour faciliter la ponte de larves par les femelles du charançon du palmier (*Rhynchophorus spp.*) (Choo, 2008; Kelemu *et al.*, 2015; van Huis *et al.*, 2013), ce qui

perturbe les populations de palmiers (Choo, 2008). Dans le futur, cette pratique pourrait même réduire la disponibilité des sites de pontes de ces insectes et ainsi nuire à leur survie future (van Huis *et al.*, 2013). Les méthodes de production naturelle améliorée comme celle-ci peuvent donc provoquer des conséquences écologiques plus larges que la collecte à elle seule (Choo, 2008). En résumé, la hausse de la demande pour des espèces particulières de même que certains modes d'exploitation exposent les insectes comestibles et leurs habitats à de nouvelles pressions qui devraient être prises en compte dans les initiatives de conservation (section 5.2).

3.2.2 Modifications génétiques

Dans leur document publié sur l'entomophagie, van Huis *et al.* (2013) font brièvement mention des risques de modifications génétiques en lien avec l'élevage des insectes comestibles. Ainsi, la reproduction d'une population isolée peut transformer les gènes par différents mécanismes pouvant générer une population différente de celle d'origine (van Huis *et al.*, 2013). Selon ce qui est déjà observé chez plusieurs espèces animales ou végétales domestiquées, ceci pourrait ensuite mener à l'érosion de la diversité génétique (FAO, 2008; Notter, 1999; Shrestha, 2005). Or, la diversité génétique est essentielle pour assurer une sécurité alimentaire durable, car elle permet aux organismes de s'adapter aux changements de conditions du milieu, en plus de fournir une base pour le développement de variétés d'espèces d'élevage améliorées (Anyu & Ayuk, 2011; FAO, 2004). Ce sujet semble toutefois encore peu connu, puisqu'aucune étude portant sur l'érosion ou la perte de diversité génétique chez les espèces d'insectes utilisées dans les élevages n'a été trouvée dans les banques de données consultées.

En outre, la possibilité d'améliorer certaines caractéristiques des insectes comestibles par la sélection de traits avantageux ou encore par l'intermédiaire de technologies génétiques est abordée dans la littérature (van Huis *et al.*, 2013; van Huis, 2015), ce qui laisse entendre qu'elle pourrait se produire dans le futur. La modification des gènes d'une espèce devrait toutefois être réalisée avec prudence, puisqu'il est reconnu que le relâchement d'organismes génétiquement modifiés (OGM) dans la nature peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement⁷ (Conner *et al.*, 2003; Fitzpatrick *et al.*, 2011; Muir & Howard,

⁷ Les gènes d'un organisme peuvent délibérément être modifiés par des méthodes traditionnelles comme la reproduction d'individus ayant des traits jugés avantageux (sélection artificielle), ou encore par des biotechnologies relevant du domaine du génie génétique (National Research Council *et al.*, 2004; Phillips, 2008). Dans le premier cas, les modifications sont limitées aux variations naturelles de l'espèce, tandis que dans le deuxième, il est possible d'incorporer de nouveaux gènes – donc de nouveaux traits – provenant d'une autre espèce totalement différente (Phillips, 2008).

1999; Mumford, 2012; National Research Council *et al.*, 2004; Phillips, 2008). Ainsi, certaines études portent sur les risques associés à la libération d'insectes GM utilisés à d'autres fins que l'alimentation humaine. Par exemple, certaines espèces sont relâchées de façon délibérée pour faciliter la pollinisation dans les champs agricoles, ce qu'on soupçonne comme une cause du déclin de l'abondance de certains pollinisateurs autochtones (Mumford, 2012). D'autres recherches se penchent sur les conséquences du relâchement d'autres animaux transgéniques d'élevage employés dans l'industrie alimentaire. Muir & Howard (1999) ont démontré qu'il était probable qu'un croisement d'individus d'une espèce transgénique de poisson avec sa version sauvage puisse mener à son extinction locale par la diminution des chances de survie des générations hybrides. Bref, certaines précautions devraient être mises en place pour éviter l'érosion de la diversité des insectes d'élevage et le relâchement d'insectes GM dans la nature.

Chapitre 4

Enjeux socioéconomiques

Ce chapitre présente les enjeux associés à l'utilisation des insectes pour l'alimentation humaine au point de vue socioéconomique (tableau 4.1). Il permet donc de bien saisir les différents facteurs socioéconomiques à prendre en compte pour qu'un PSPP lié à l'utilisation d'insectes à des fins alimentaires s'inscrive dans une perspective de développement durable.

Tableau 4.1 Synthèse des enjeux socioéconomiques associés à l'utilisation des insectes comestibles pour l'alimentation humaine. Les enjeux sont numérotés et nommés de la même façon que les sections correspondantes dans le texte du chapitre, tandis que les idées clés désignent les aspects principaux à retenir pour chacun. Un crochet indique à quel type d'exploitation ils sont liés, c'est-à-dire la collecte (C) ou l'élevage (E). La production naturelle améliorée n'est pas représentée, puisque celle-ci se situe à l'intersection entre ces derniers et que ses impacts varient selon le contexte.

| Thèmes | Idées clés | C | E |
|---|---|---|---|
| Avantages et opportunités | | | |
| 4.1.1 Accessibilité dans les régions tropicales | Accessibilité élevée des insectes et des méthodes d'exploitation | x | x |
| 4.1.2 Sécurité alimentaire et nutritionnelle | Valeur nutritive élevée | x | x |
| 4.1.3 Activité génératrice de revenus | Amélioration des moyens de subsistance | x | x |
| 4.1.4 Préservation des connaissances traditionnelles | Exploitation durable et obtention de données écologiques | x | x |
| Inconvénients et menaces | | | |
| 4.2.1 Sécurité des aliments | Risques pour la santé humaine | x | x |
| 4.2.2 Absence d'un cadre réglementaire | Obstacle au développement de l'élevage et à l'exploitation durable | x | x |
| 4.2.3 Influence des pays occidentaux et de la globalisation des régimes alimentaires | Perception négative de l'entomophagie en Occident et diminution de la consommation d'aliments traditionnels | x | x |
| 4.2.4 Bien-être animal | Niveau de perception de la douleur ou de l'inconfort des insectes inconnu | | x |
| 4.2.5 Rentabilité des systèmes d'élevage | Coûts de production à grande échelle élevés selon le contexte | | x |

4.1 Avantages et opportunités

Cette seconde section décrit les enjeux socioéconomiques en termes d'avantages et d'opportunités. Ils sont regroupés selon les thèmes suivants : accessibilité dans les régions tropicales, sécurité alimentaire et nutritionnelle, activité génératrice de revenus et préservation des connaissances traditionnelles.

4.1.1 Accessibilité dans les régions tropicales

Un des principaux avantages de l'entomophagie réside dans son accessibilité élevée dans les régions tropicales, spécialement pour les populations rurales confrontées à de plus hauts taux de pauvreté (Ramos-Elorduy, 1997; van Huis *et al.*, 2013; Vantomme, 2010; Yhoung-Aree *et al.*, 1997; Yhoung-aree, 2010). L'accessibilité des insectes comestibles peut s'expliquer à plusieurs niveaux. Tout d'abord, ils colonisent des habitats très variés et certaines espèces se retrouvent en abondance élevée à certains moments de l'année – par exemple les espèces nuisibles (Ramos-Elorduy, 1997; van Huis *et al.*, 2013). Ces deux caractéristiques facilitent les activités de collecte (Ramos-Elorduy, 1997; van Huis *et al.*, 2013). En outre, la collecte, l'élevage, la transformation ou la vente d'insectes comestibles sont relativement peu coûteux en termes de travail, d'investissement et de propriété foncière (van Huis *et al.*, 2013; Vantomme, 2010). Ainsi, ces activités ne nécessitent pas de grandes superficies de terrain, d'infrastructures d'irrigation, de fertilisants, de pesticides, de combustibles fossiles ou d'autres intrants coûteux associés à l'agriculture (Ramos-Elorduy, 1997). Toutefois, l'accessibilité à cette ressource alimentaire varie en fonction des saisons et du cycle de vie des espèces (Barennnes *et al.*, 2015; Ramos-Elorduy, 1997; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013). C'est pourquoi les insectes comestibles sont parfois séchés pour être préservés et stockés en grandes quantités par les villageois (Ramos-Elorduy, 1997; van Huis, 2012; Yen, 2015). Cette pratique traditionnelle favorise ainsi un approvisionnement plus stable selon la disponibilité des espèces à travers l'année.

4.1.2 Sécurité alimentaire et nutritionnelle

Grâce à un contenu riche en plusieurs nutriments, la consommation d'insectes peut contribuer à améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations plus vulnérables (Banjo *et al.*, 2006; DeFoliart, 1995; Nsevolo *et al.*, 2016; Ramos-Elorduy, 1997; Ramos-Elorduy, 2008; Schabel, 2010; Shantibala *et al.*, 2014; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013; Vantomme *et al.*, 2004; Xiaoming *et al.*, 2010; Yhoung-Aree *et al.*, 1997). En effet, les études montrent qu'en général, ils représentent de bonnes sources de protéines, de lipides, d'énergie, de vitamines et de minéraux (Ramos-Elorduy, 1997; Rumpold & Schlüter, 2013; van Huis *et al.*, 2013; Yhoung-Aree *et al.*, 1997).

En moyenne, ils contiendraient entre 50 et 82 % de protéines de bonne qualité, ce qui représente un apport important dans les régions où les carences en ce nutriment sont fréquentes comme sur le continent africain (Schabel, 2010). Les termites, les criquets, les chenilles, les charançons et les mouches domestiques contiennent plus de protéines que le bœuf, le porc, le poulet et l'agneau (Srivastava *et al.*, 2009). Plus précisément, Adbidye *et al.* (2009) ont démontré que la consommation de 100 grammes (g) de chenilles fournissait 76 % des besoins journaliers en ce nutriment, et presque 100 % des vitamines nécessaires pour les humains. En ce qui a trait au contenu en lipides, les études montrent qu'il varie entre moins de 10 % à plus de 30 %, selon le stade de développement (DeFoliart, 1991; Xiaoming *et al.*, 2010). En termes de qualité, les proportions de gras insaturé seraient semblables à celles de la volaille et du poisson, avec des quantités de gras polyinsaturé plus élevées (DeFoliart, 1991). Cette caractéristique fait des insectes un aliment relativement riche en lipides (Ramos-Elorduy, 2008). Ils fournissent donc beaucoup d'énergie, une caractéristique intéressante pour les populations dont l'apport en ces nutriments est insuffisant (Ramos-Elorduy, 1997). Par exemple, selon une étude réalisée par la FAO dans la région urbaine de Bangui en Afrique centrale, les insectes comestibles contribuent jusqu'au tiers de l'apport en protéines pendant la saison des pluies, lorsque les stocks de gibier sauvage et de poissons diminuent (van Huis *et al.*, 2013). De ce fait, ils représentent une ressource alimentaire importante en cas de pénurie de nourriture (Schabel, 2010; van Huis *et al.*, 2013; Vantomme, 2010).

En général, les insectes contiennent également des quantités appréciables de potassium, de calcium, de fer, de magnésium, de zinc et de phosphore (DeFoliart, 1992; Finke, 2002; Schabel, 2010; Xiaoming *et al.*, 2010; Yhoun-Aree, 1997). Cette caractéristique est importante dans les pays en développement, puisque les carences en fer et en zinc y sont fréquentes (van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013). Finalement, on retrouve également dans cet aliment plusieurs vitamines telles que les vitamines A et D, la thiamine (B1), la riboflavine (B2), la niacine (B3) et la pyridoxine (B6) (Finke, 2013; Schabel, 2010; Xiaoming *et al.*, 2010; Yhoun-Aree, 1997). Bref, les études sur la valeur nutritionnelle des insectes comestibles montrent qu'ils présentent un intérêt significatif à ce niveau.

Il importe néanmoins d'apporter certaines nuances à ce point positif. Tout d'abord, plusieurs études montrent que la valeur nutritionnelle des insectes varie grandement en fonction de l'espèce, du stade de développement consommé, de l'habitat, du régime alimentaire et du mode de préparation (Ramos-Elorduy, 2008; Rumpold & Schlüter, 2013; van Huis *et al.*, 2013; Yhoun-Aree, 2010). Ceci fait en sorte qu'il

est difficile de déterminer la composition nutritionnelle d'une espèce particulière si des analyses n'ont pas été réalisées dans une aire spécifique. De plus, cet aliment traditionnel est rarement un aliment de base dans le régime alimentaire des foyers (Halloran *et al.*, 2016a; Nonaka, 2009; Schabel, 2010; van Huis *et al.*, 2013). Les insectes sont souvent mangés comme collations, produits à caractère nouveau ou encore en tant qu'épices (Halloran *et al.*, 2016a; Nonaka, 2009; van Huis *et al.*, 2013). Par exemple, un sondage national au Laos a permis de mettre en évidence que bien que l'entomophagie était pratiquée par 96,8 % des répondants, plus de la moitié (55,6 %) de ceux-ci en consommaient seulement quelques fois par année (Barennes *et al.*, 2015). Ceci limite donc l'apport en nutriments provenant des insectes comestibles pour ces populations.

4.1.3 Activité génératrice de revenus

Le commerce des insectes comestibles représente une activité génératrice de revenus ou un moyen de subsistance important pour les populations rurales et urbaines (van Huis *et al.*, 2013; van Huis, 2015). Des chercheurs ont relevé cet impact positif dans plusieurs pays dont la Thaïlande, le Laos, le Mexique, le Zimbabwe, le Congo ou encore le Japon (Halloran *et al.*, 2016b; Kelemu *et al.*, 2015; Nonaka, 2010; Nsevolo *et al.*, 2016; Ramos-Elorduy, 1997; Schabel, 2010; van Huis *et al.*, 2013; van Huis, 2013; Vantomme, 2004; Vantomme, 2010; Yhoun-Aree, 2010). Par exemple, sur le continent africain, les chenilles et les abeilles vivant dans les forêts valent souvent plus que les produits populaires provenant de l'agriculture (Schabel, 2010). Au Laos, les insectes comestibles procurent aussi un revenu plus élevé que la viande bovine, les plantes comestibles sauvages et le riz (Meyer-Rochon *et al.*, 2008). Cet argent peut ensuite être investi dans l'achat de produits de base comme de la nourriture et des intrants agricoles, ou encore dans l'éducation des membres de la famille (van Huis *et al.*, 2013). Cependant, van Huis *et al.* (2013) mettent de l'avant un risque lié au développement du secteur de l'élevage des insectes comestibles : celui-ci pourrait occasionner de la compétition avec les collecteurs dont les volumes vendus sur le marché sont inférieurs, ce qui pourrait diminuer leurs revenus issus de cette activité. Les mesures visant la promotion de l'élevage devraient donc prendre cet impact en considération.

Par ailleurs, le commerce d'insectes comestibles a un impact particulièrement positif pour les femmes, puisqu'elles et leurs enfants ont souvent un rôle actif dans la collecte, la transformation et/ou de la vente (Barennes *et al.*, 2015; Dzerefos & Witkowski, 2014; Kelemu *et al.*, 2015; Nsevolo *et al.*, 2016; Nonaka, 2009; Ponzetta & Paoletti, 1997; van Huis, 2003; van Huis *et al.*, 2013; Vantomme, 2004). Or, dans les pays en développement, les femmes font généralement face à plus de difficultés pour accéder aux mêmes

ressources que les hommes, ce qui est un obstacle majeur à l'atteinte de la sécurité alimentaire (van Huis *et al.*, 2013). Par conséquent, le renforcement du commerce des insectes comestibles peut favoriser l'autonomisation des femmes et renforcer l'égalité entre les sexes (Nsevolo *et al.*, 2016; van Huis *et al.*, 2013).

4.1.4 Préservation des connaissances traditionnelles

La préservation des connaissances traditionnelles représente un enjeu de taille pour assurer l'exploitation durable des insectes comestibles (Ramos-Elorduy, 2009; van Huis *et al.*, 2013). En fait, les communautés autochtones sont impliquées dans la gestion des ressources naturelles depuis les premières civilisations humaines (Richmond *et al.*, 2013). Au fil du temps, elles ont accumulé une grande quantité de connaissances empiriques sur leur environnement et les ressources dont elles dépendent pour leur survie (Ramakrishnan, 2001). Les pratiques traditionnelles qu'elles ont développées se basent donc généralement sur une utilisation durable de la biodiversité (Ramakrishnan, 2001; Ramos-Elorduy, 2009). Ainsi, les habitants des zones rurales qui réalisent la collecte d'insectes comestibles de façon traditionnelle connaissent très bien les lieux et les moments adéquats pour les recueillir, les quantités attendues, les stades de développement appréciés, les plantes dont ils se nourrissent, les dangers associés à l'activité ou encore les outils à employer (Ramos-Elorduy, 2009). Or, dans plusieurs régions du monde, ce savoir traditionnel transmis de génération en génération se perd dû à l'occidentalisation des modes de vie (section 4.2.3) (Ramos-Elorduy, 2006; van Huis *et al.*, 2013). Il est donc primordial de documenter les connaissances traditionnelles associées aux insectes comestibles avant qu'elles ne soient oubliées.

De plus, il existe actuellement des lacunes importantes dans les données disponibles sur l'entomophagie (Barennes *et al.*, 2015; Belluco *et al.*, 2015; Choo, 2008; Kelemu *et al.*, 2015; Nsevolo *et al.*, 2016; Pal & Roy, 2014; Schabel, 2010; van Huis *et al.*, 2013; van Huis, 2015). Ces lacunes concernent une variété de sujets comme l'identification des espèces consommées, le cycle de vie, l'habitat, les méthodes de collecte, etc. (section 6.1). Dans ce contexte, les connaissances traditionnelles détenues par les communautés autochtones sont une source d'informations précieuse.

4.2 Inconvénients et menaces

Cette section présente une analyse de cinq enjeux socioéconomiques pouvant être considérés comme des inconvénients ou des menaces liés au développement de l'entomophagie, soit : la sécurité des aliments,

l'absence d'un cadre réglementaire adéquat, l'influence des pays occidentaux, la globalisation des régimes alimentaires, le bien-être animal et la rentabilité des systèmes d'élevage.

4.2.1 Sécurité des aliments

Certains chercheurs soulèvent des préoccupations face à la sécurité des insectes par rapport aux risques de contamination inorganique, les infections causées par des microorganismes, la transmission de zoonoses, la toxicité de certaines espèces, le développement d'allergies ou autres (Eilenberg *et al.*, 2015; Schabel, 2010; van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013; van Huis, 2015; Yen, 2010). Tout d'abord, les insectes issus de l'élevage ou prélevés en nature peuvent être infectés par des microorganismes tels que des bactéries, des virus, des champignons ou encore des protozoaires (Eilenberg *et al.*, 2015; Vega & Kaya, 2012). Par exemple, le botulisme – une maladie provoquée par une neurotoxine sécrétée par la bactérie *Clostridium botulinum* – aurait causé la mort de plusieurs personnes en Afrique due à la transformation, la manipulation, le séchage ou l'entreposage inapproprié de termites (Schabel, 2010).

Dans d'autres cas, c'est la contamination inorganique par des pesticides ou la pollution qui peut être problématique (Schabel, 2010). Ainsi, des pesticides toxiques pour les humains ont déjà été détectés dans des criquets consommés au Koweït après une infestation (Saeed *et al.*, 1993, cité dans van Huis *et al.*, 2013), alors qu'au Mexique, des teneurs élevées en plomb ont été découvertes dans des sauterelles dues à la présence d'exploitations minières à proximité (Handley *et al.*, 2007). Le niveau de risque varie en fonction de différents facteurs. Ainsi, il est réduit lorsque les insectes comestibles proviennent d'élevages, puisqu'ils ne sont pas exposés à l'environnement externe (van Huis *et al.*, 2013). De plus, les insectes prélevés dans les forêts denses ont moins de probabilités de contenir des pesticides ou des métaux lourds que ceux capturés dans les champs (van Huis *et al.*, 2013). Finalement, le risque de contamination est plus élevé dans les pays en développement, car l'encadrement de l'utilisation ou du relâchement de produits chimiques dans l'environnement est généralement moins strict (van Huis *et al.*, 2013; Yáñez *et al.*, 2002). Une étude belge sur la présence de contaminants organiques et inorganiques dans certains produits à base d'insectes commercialisés en Europe a effectivement montré qu'ils étaient aussi sécuritaires que les autres produits d'origine animale (Poma *et al.*, 2017).

Quant à la transmission de zoonoses, ce risque est possible si l'utilisation de déchets organiques comme substrat dans les élevages n'est pas adaptée, si les méthodes employées aux diverses étapes de la production ne sont pas hygiéniques ou encore si des contacts ont eu lieu avec des insectes provenant de

l'extérieur de l'élevage (van Huis *et al.*, 2013). Cependant, les pathogènes qui infectent les insectes – autant ceux issus de systèmes d'élevage que récoltés en nature – sont le plus souvent inoffensifs pour les humains, puisque ceux-ci sont habituellement spécialisés aux invertébrés (van Huis, 2013; Eilenberg *et al.*, 2015). Selon Eilenberg *et al.* (2015), le risque le plus probable pour les humains concerne plutôt l'émergence de microorganismes opportunistes dans les élevages d'insectes suite à leur infection par un pathogène. C'est pour cette raison que des mesures de contrôle devraient être instaurées dans ces systèmes de production (Eilenberg *et al.*, 2015).

En outre, certaines espèces sont aussi toxiques, voire même mortelles pour les humains (Schabel, 2010). En effet, elles peuvent contenir des composés chimiques utilisés comme défense contre les prédateurs (Schabel, 2010). Bien que peu de cas soient reportés, le risque d'empoisonnement par les insectes est plus élevé pour les cueilleurs inexpérimentés (Blum, 1994; Schabel, 2010; van Huis *et al.*, 2013).

Des réactions allergiques sont parfois rapportées, même si elles semblent plutôt rares (Lukiwati, 2010; Schabel, 2010). Elles concerneraient davantage les travailleurs en contact fréquent avec des insectes comme les entomologistes, les employés de laboratoire, les ouvriers des secteurs agricoles et industriels (van Huis *et al.*, 2013; Pener, 2014), ou encore les personnes ayant des allergies aux fruits de mer (crustacés) ou aux acariens (van Huis, 2015).

Parmi les autres risques liés à la sécurité des aliments, des cas de constipation pouvant mener à des occlusions intestinales ont été documentés au Congo et en Indonésie chez des humains et des singes (Bouvier, 1945, cité dans van Huis *et al.*, 2013; Kuyten, 1960, cité dans van Huis *et al.*, 2013). Ceci serait lié à la consommation de grandes quantités d'insectes et au caractère indigeste de certaines parties contenant des quantités élevées de chitine comme les pattes (van Huis *et al.*, 2013).

Finalement, bien que les études sur le sujet montrent que la corrélation n'est pas claire et que plusieurs facteurs semblent être impliqués, la consommation d'insectes pourrait aussi jouer un rôle dans la formation de calculs rénaux (Yhoung-Aree, 2010). Afin que leur consommation soit sécuritaire, les insectes nécessitent donc certaines méthodes ou précautions pour la capture, la préparation, l'entreposage ou le transport qui varient selon les espèces, le mode d'exploitation et la région.

4.2.2 Absence d'un cadre réglementaire adéquat

Encore peu de normes ou de règlements incluent explicitement les insectes comme ressources alimentaires (Halloran & Münke, 2014; Halloran *et al.*, 2015; van Huis *et al.*, 2013). Plusieurs arguments sont cités pour expliquer la nécessité d'un cadre réglementaire encadrant les divers aspects de la pratique. Ceux-ci visent soit à favoriser le développement de la pratique – plus spécifiquement le secteur de l'élevage – pour ses avantages socioéconomiques et environnementaux intrinsèques, soit à réduire les impacts potentiellement négatifs de la production ou de la consommation d'insectes (van Huis *et al.*, 2013).

L'absence d'un cadre réglementaire gouvernant la production, l'utilisation et le commerce des insectes comestibles est perçue par les investisseurs ou les entrepreneurs comme un obstacle important au développement du secteur de l'élevage (Halloran & Münke, 2014; Halloran *et al.*, 2015; Kelemu *et al.*, 2015; van Huis *et al.*, 2013). Des recherches et des discussions sont donc en cours dans plusieurs pays. Ces dernières portent sur l'inclusion des insectes comestibles comme aliments dans la législation, ou encore sur des problématiques telles que les lois encadrant les élevages d'insectes pour la consommation humaine et animale, les normes de santé et de sécurité qui doivent être instaurées et la réglementation liée à la commercialisation (Halloran *et al.*, 2015; Pascucci & Magistris, 2013; Ramos-Elorduy & Paoletti, 2005, cité dans Halloran *et al.*, 2015). Ces mesures ne visent donc pas explicitement le développement durable.

Au contraire, la reconnaissance légale des insectes comestibles et un cadre réglementaire régulant l'entomophagie permettraient de minimiser les risques environnementaux et socioéconomiques de la consommation ou de la production d'insectes comestibles (van Huis *et al.*, 2013; van Huis, 2015). Sur le plan environnemental, une législation adaptée pourrait encourager la protection des populations d'insectes et des habitats visés par la collecte ou la production naturelle améliorée (van Huis *et al.*, 2013; Halloran *et al.*, 2015). Par exemple, au Congo, en Zambie, au Malawi, au Zimbabwe et en Namibie, des réglementations ont été instaurées pour diminuer la pression sur les chenilles en restreignant la saison et les aires de collecte, en limitant les volumes récoltés ou les stades de développement autorisés et en exigeant des permis de chasse (Schabel, 2010). Du point de vue socioéconomique, la réglementation du secteur peut offrir des opportunités positives comme l'accès au marché international, un impact déjà observé au Kenya et en Thaïlande (Halloran *et al.*, 2015). Cependant, la formalisation de l'exploitation des

insectes à travers des lois peut nuire à l'économie locale en diminuant son accessibilité pour les populations confrontées à la pauvreté, puisque celles-ci impliquent généralement des coûts (Halloran *et al.*, 2015). C'est pourquoi des mesures doivent aussi être instaurées pour faire en sorte que les populations locales puissent continuer d'utiliser cette ressource alimentaire (Halloran *et al.*, 2015).

4.2.3 Influence de la culture occidentale

L'influence de la culture occidentale est considérée comme un des facteurs responsables du déclin de l'entomophagie dans plusieurs parties du monde (DeFoliart, 1999; Pingali, 2006; Yen, 2009a; Looy *et al.*, 2014; van Huis *et al.*, 2013). Ce phénomène s'inscrit dans une tendance généralisée : la globalisation des modes de vie. Cette dernière se définit comme l'adoption d'un système culturel universel largement basé sur les valeurs et coutumes occidentales (Yen, 2009a). Elle englobe donc les habitudes alimentaires qui tendent de plus en plus vers la consommation de restauration rapide ou d'aliment emballés au détriment des aliments traditionnels (Illgner & Nel, 2000). Cette tendance serait associée entre autres à l'augmentation des revenus et à l'urbanisation qui amènent des changements dans le mode de vie et de nouveaux besoins alimentaires comme de la nourriture plus rapide à préparer (Pingali, 2006; Popkin, 1999; Regmi & Dyck, 2001, cités dans Pingali, 2006). Par conséquent, les habitudes alimentaires traditionnelles comme l'entomophagie sont généralement mieux conservées dans les milieux ruraux qu'urbanisés.

En outre, dans le cas spécifique de l'entomophagie, un facteur supplémentaire s'ajoute aux effets de la globalisation des modes de vie : l'attitude négative des Occidentaux envers la consommation d'insectes (DeFoliart, 1999; Pingali, 2006; Yen, 2009a; Looy *et al.*, 2014; van Huis *et al.*, 2013). En effet, elle est typiquement perçue par ceux-ci comme non sophistiquée ou dégoûtante (DeFoliart, 1999; Looy *et al.*, 2014; Meyer-Rochow *et al.*, 2008; van Huis *et al.*, 2013). Ceci affecte négativement l'adoption ou la préservation de la pratique parmi les populations où elle fait partie du régime alimentaire traditionnel (Looy *et al.*, 2014; van Huis *et al.*, 2013). C'est pourquoi de nombreuses études ont été publiées dans les dernières années pour mieux comprendre cette réaction et trouver des moyens de la modifier (Alemu *et al.*, 2017; Deroy *et al.*, 2015; Grace Tan *et al.*, 2015; Hamerman, 2016; Looy & Wood, 2006; Looy *et al.*, 2014; Caparros Megido *et al.*, 2016; Menozzi *et al.*, 2017; Mignon, 2002; Shelomi, 2015; Shelomi, 2016; van Huis *et al.*, 2013; Verbeke *et al.*, 2015).

4.2.4 Bien-être animal

En comparaison avec l'élevage de bétail, un aspect éthique est parfois mis de l'avant sur l'exploitation d'insectes comestibles : celui du bien-être animal (van Huis *et al.*, 2013; D'Silva & Webster, 2010, cités dans van Huis, 2015; Lymbery, 2014, cité dans van Huis, 2015). Ainsi, l'industrie bovine est parfois accusée de cruauté animale due aux méthodes de production employées (D'Silva & Webster, 2010, cités dans van Huis, 2015; Lymbery, 2014, cité dans van Huis, 2015). L'exploitation des insectes comestibles soulèverait donc moins de polémiques à ce sujet (van Huis *et al.*, 2013). Cependant, contrairement aux mammifères, la capacité des insectes à ressentir la douleur ou l'inconfort est encore méconnue (Adamo, 2016; Erens *et al.*, 2012; van Huis *et al.*, 2013). Des auteurs recommandent donc d'appliquer le principe de précaution ou d'adopter des pratiques favorisant leur bien-être jusqu'à ce que plus de données soient disponibles sur le sujet (Adamo, 2016; Eisemann *et al.*, 1984), spécialement en ce qui touche les méthodes d'élevage à préconiser (van Huis, 2013). Ceci risque toutefois d'engendrer des coûts associés par exemple au resserrement de la réglementation, ce qui peut potentiellement affecter l'économie locale (Adamo, 2016). C'est pour cette raison qu'Adamo (2016) recommande d'appliquer le principe de précaution aux insectes comestibles avec prudence (Adamo, 2016).

4.2.5 Rentabilité des systèmes d'élevage

Des inquiétudes sont soulevées quant à la rentabilité de la production d'insectes comestibles à grande échelle (Rumpold & Schlüter, 2013; Meuwissen, 2011, cité dans van Huis, 2015). Ainsi, les coûts élevés associés à la main d'œuvre (Rumpold & Schlüter, 2013), à l'alimentation des insectes (van Huis, 2015; Halloran *et al.*, 2016a), à l'énergie dépensée pour contrôler la température dans les installations (Halloran *et al.*, 2016b) ou encore à la contamination des insectes captifs par des pathogènes (Ghazoul, 2006) représentent des facteurs susceptibles d'affecter la viabilité économique des systèmes d'élevage. Ainsi, en Europe, le prix de vente est comparable à celui de la viande conventionnelle (Rumpold & Schlüter, 2013). Pour diminuer les coûts de production, Lundy & Parella (2015) suggèrent l'utilisation de sous-produits ou de déchets organiques (section 3.1.4). De plus, la production d'insectes dans des conditions climatiques tropicales permet de diminuer les dépenses énergétiques (Halloran *et al.*, 2016a). Bref, différents aspects liés à la production doivent être considérés pour éviter les risques économiques liés à aux systèmes d'élevage.

Chapitre 5

Outil d'aide à la décision

Dans ce cinquième chapitre, je propose un outil d'aide à la décision pour évaluer l'adéquation d'une politique, d'une stratégie, d'un programme ou d'un projet (PSPP) promouvant l'entomophagie avec le concept de développement durable. Plus précisément, je présenterai la structure, le contenu, la portée, les avantages et les limites de l'outil élaboré.

5.1 Contexte d'utilisation

L'outil d'aide à la décision élaboré à partir de la GADD de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC (Villeneuve *et al.*, 2016b) est conçu pour évaluer des PSPP axés sur l'entomophagie, sans égard au contexte socioéconomique du milieu (tableau 5.1). Actuellement, les populations les plus enclines à cette pratique vivent majoritairement dans les pays tropicaux (section 1.1.3), où les revenus économiques sont parfois limités. Étant donné que les ressources matérielles, humaines et/ou financières peuvent donc restreindre le champ d'action des parties prenantes d'un PSPP, j'ai décidé de proposer un outil d'aide à la décision dont l'utilisation soit le plus simple possible, tout en restant efficace et complet. L'outil est également fonctionnel dans des situations où des données locales sont manquantes, ce qui est typique en entomophagie (section 6.1).

Tableau 5.1 Exemples de PSPP axés sur l’entomophagie et de parties prenantes pouvant être impliquées. Les exemples sont classés selon le mode d’utilisation qui peut leur être associé.

| Mode d’utilisation | | | Acteurs potentiellement impliqués |
|---|--|---|--|
| Collecte | Production naturelle améliorée | Élevage | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de sensibilisation sur la valeur nutritive des insectes • Programme de formation de groupes de femmes sur les bonnes pratiques d’hygiène relatives à la manipulation d’insectes comestibles • Programme de sensibilisation sur les méthodes de collectes durables • Programme de promotion de la consommation d’insectes nuisibles en Thaïlande | <ul style="list-style-type: none"> • Récolte de larves du charançon du palmier au Cameroun • Vente d’œufs d’hémiptères aquatiques dans un marché local au Mexique • Production de termites en Afrique Subsaharienne • Programme de sensibilisation de la population sur les méthodes de production naturelle améliorée durables • Stratégie nationale pour l’utilisation durable des insectes en Afrique du Sud | <ul style="list-style-type: none"> • Ferme d’élevage de vers à farine aux Pays-Bas • Ateliers de dégustation d’insectes • Stratégie nationale de lutte contre l’insécurité alimentaire du Laos • Production de barres énergétiques à base de farine de grillons au Québec • Développement d’une association d’éleveurs de criquets en Thaïlande • Vente de grillons frits dans un marché local de Bangkok | <ul style="list-style-type: none"> • Organisations internationales • Instances gouvernementales • Municipalités • Entreprises ou compagnies privées • Organismes non gouvernementaux ou sans but lucratif • Coopératives ou associations • Familles ou individus • Investisseurs • Habitants d’une communauté ou d’un quartier • Groupes de femmes • Commerçants • Professionnels des centres de santé situés dans les communautés rurales |

5.2 Contenu et modifications apportées à la GADD de la Chaire en Éco-conseil de l’UQAC

Le contenu conservé et les modifications apportées à la GADD de la Chaire en Éco-conseil de l’UQAC sont présentés en fonction des onglets du tableur Excel dans lequel s’organise l’outil. Il comporte 13 onglets (figure 5.1)⁸ :

- Contexte;
- Modalités d’utilisation;
- Description du PSPP;

⁸ Les figures insérées dans ce chapitre visent d’abord à donner un aperçu général de l’outil. Pour plus de détails, veuillez consulter l’outil dans le fichier Excel original.

- Prémises à l'analyse;
- Dimensions sociale, écologique, économique, culturelle, éthique et gouvernance (un onglet par dimension);
- Résultats;
- Modalités d'interprétations;
- Analyse des bonifications.

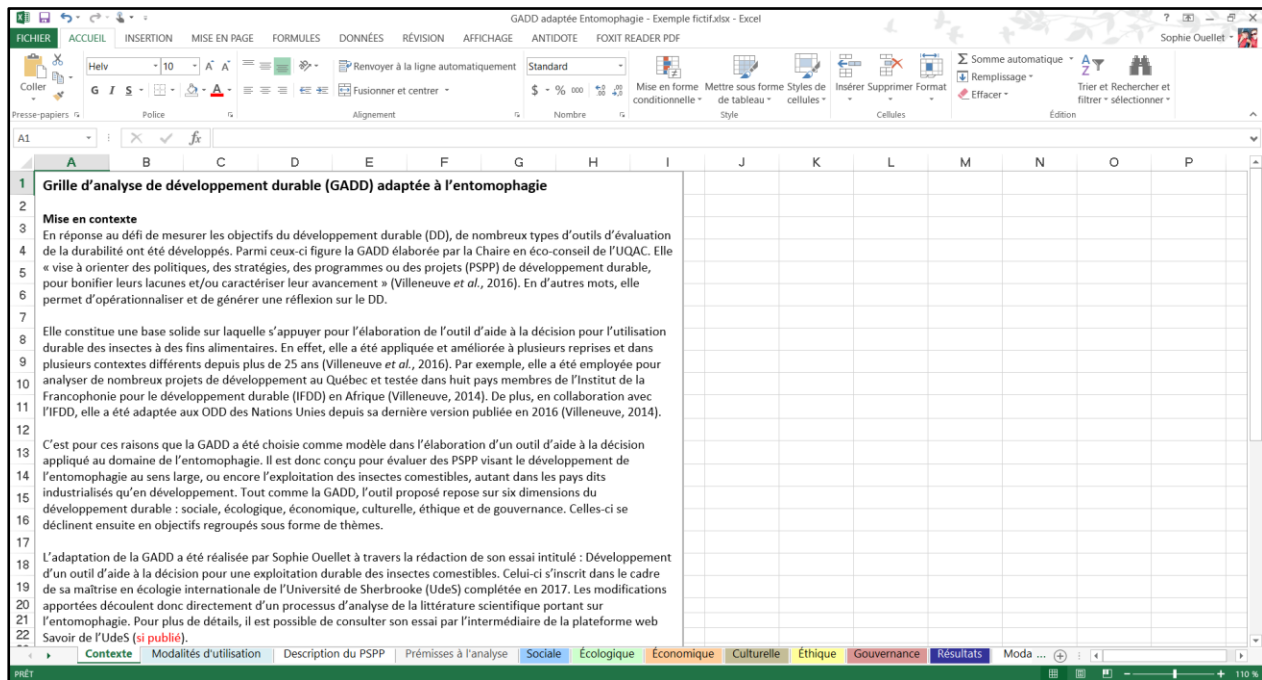


Figure 5.1 Aperçu des onglets contenus dans l'outil d'aide à la décision proposé. Le fichier Excel comporte un total de 13 onglets.

5.2.1 Contexte et modalités d'utilisation

Les deux premiers onglets du tableur Excel constituent la mise en contexte de l'outil et les modalités d'utilisation. Le premier onglet décrit l'objectif général de la GADD, les raisons pour lesquelles elle a été choisie comme modèle, sa structure, le cadre académique dans lequel l'outil a été développé ainsi que les références utilisées. Par rapport à l'originale, cette section a été modifiée en entier.

L'onglet sur les modalités d'utilisation contient les éléments à comprendre pour réaliser les étapes de l'analyse d'un PSPP selon les deux modes d'utilisation possibles : l'analyse sommaire et l'analyse détaillée. En plus du contenu original, des extraits du Guide d'utilisation de la GADD ont été ajoutés à cette section

(Villeneuve *et al.*, 2016a). L'intention était de proposer un outil dans un seul fichier, sans documents externes.

Dans le premier encadré, une partie de la section 3.1 du guide a été ajoutée, de même que la section 3.2 au complet. Celles-ci portent sur des informations à connaître avant de procéder à l'évaluation, c'est-à-dire dans quel contexte utiliser l'outil et les instructions permettant de remplir l'onglet intitulé « prémisses à l'analyse ». Cet encadré rassemble donc les explications portant sur les étapes préliminaires de l'évaluation.

Ensuite, un deuxième encadré a été créé afin de regrouper les explications portant sur l'analyse détaillée. Dans celui-ci, un paragraphe d'introduction provenant de la section 4.1 du guide de Villeneuve *et al.* (2016a) a été ajouté. Le reste de l'encadré fournit des détails sur la démarche d'évaluation, c'est-à-dire comment procéder à la pondération, l'évaluation, la détermination des actions planifiées ou déjà mises en œuvre et des pistes de bonification, l'analyse des bonifications, l'analyse sommaire et le calcul de l'indice de la qualité des données. Aucun changement majeur n'a été apporté à cette partie, à l'exception des explications sur l'indice de la qualité des données. En fait, celles-ci se retrouvaient auparavant dans l'onglet « Modalités d'interprétation » de la GADD originale (Villeneuve *et al.*, 2016b). Lors de son adaptation, ces explications ont été placées dans les « modalités d'utilisation » pour que le lecteur puisse comprendre cette étape avant d'en arriver aux tableaux des dimensions où elle se réalise.

Pour terminer avec l'onglet « Modalités d'utilisation », le troisième encadré qui explique comment réaliser l'analyse sommaire a été conservé, sans modification majeure par rapport à la GADD d'origine.

5.2.2 Description du PSPP

Le troisième onglet permet aux évaluateurs de décrire le PSPP. Il est constitué de deux tableaux à remplir (figure 5.2). Le premier contient le nom du PSPP, sa description et le nom du promoteur, tandis que le deuxième comprend l'identification des personnes ayant procédé à la pondération et à l'évaluation, en précisant la date de réalisation de chacune des deux étapes. Cette section de l'outil provient directement de la GADD.

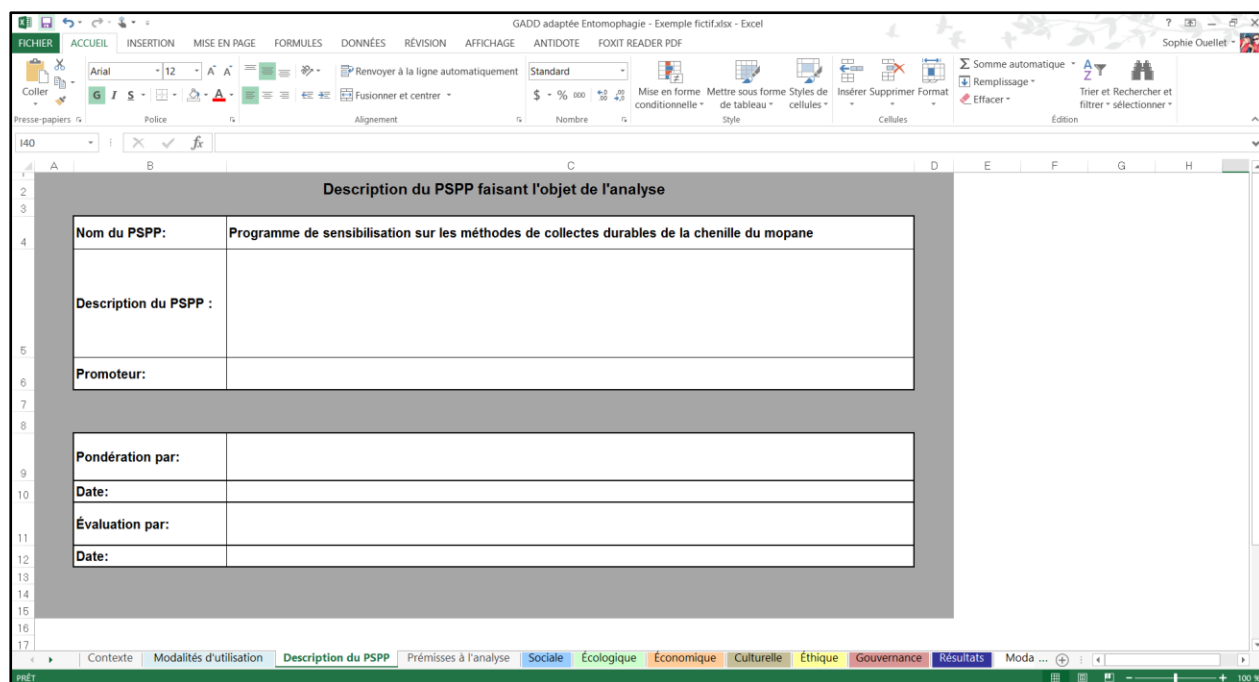


Figure 5.2 Aperçu de l'onglet « Description du PSPP » de l'outil d'aide à la décision proposé. Les deux tableaux permettent de définir le PSPP (nom, description et nom du promoteur) et d'identifier les personnes responsables et la date qui correspondent aux deux principales étapes de l'analyse (l'évaluation et la pondération). Un nom de PSPP fictif a été inscrit à titre d'exemple.

5.2.3 Prémisses à l'analyse

L'onglet « Prémisses à l'analyse » de la GADD était auparavant nommé « Objectifs et portée de l'analyse » (figure 5.3). Ce titre a été changé pour qu'il corresponde à celui du paragraphe explicatif ajouté dans les « modalités d'utilisation » (section 5.2.1). Cette partie préliminaire consiste à déterminer les objectifs de l'analyse, puis à définir trois limites de la portée de l'analyse : géographique, temporelle et opérationnelle. La dernière étape permet d'indiquer les sources d'information consultées pendant la phase d'acquisition de connaissances. À l'exception du titre, cet onglet est identique à celui de la GADD de la Chaire en Éco-conseil.

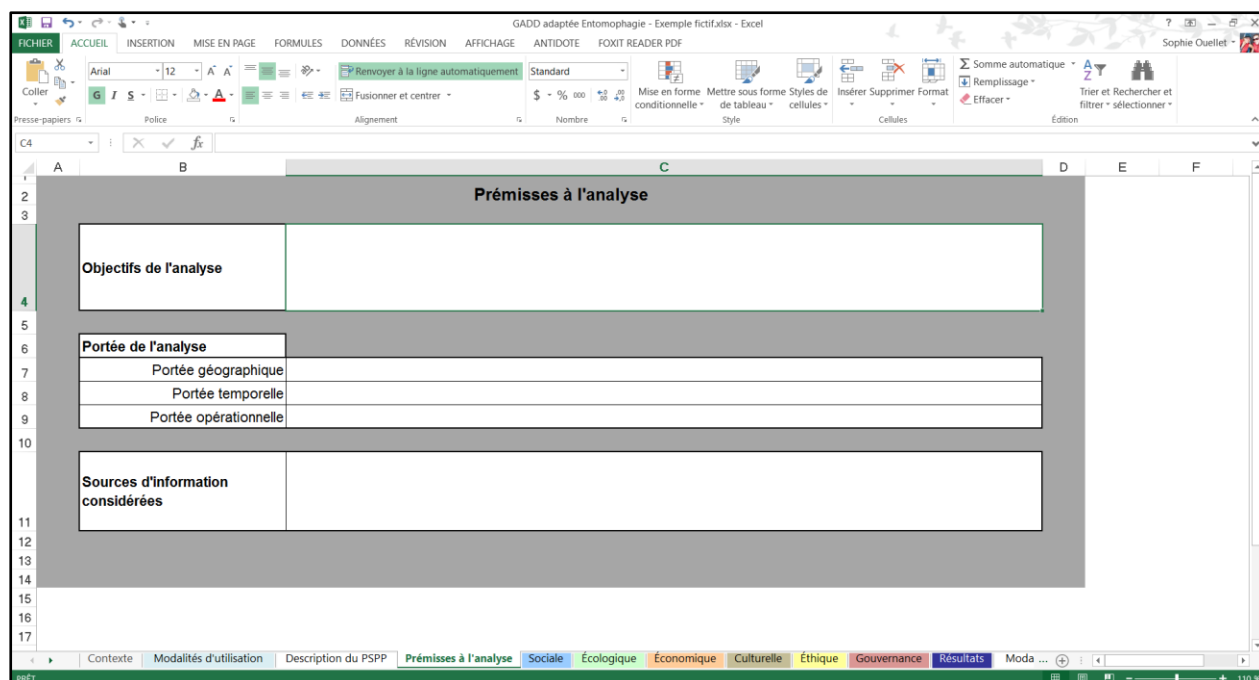


Figure 5.3 Aperçu de l'onglet « Prémisses à l'analyse » de l'outil d'aide à la décision proposé. Les trois tableaux contenus dans cet onglet visent à définir les objectifs de l'analyse, sa portée géographique, temporelle et opérationnelle, ainsi que les sources d'information considérée.

5.2.4 Dimensions

Les six onglets nommés par chacune des dimensions du développement durable utilisées par la Chaire en Éco-conseil sont les éléments centraux de l'évaluation. Chacun des onglets est constitué d'un tableau (figure 5.4). Celui-ci comprend la liste des objectifs du DD associés aux six domaines et regroupés en thèmes. C'est à cette étape que les évaluateurs procèdent à la pondération et à l'évaluation des objectifs. Une note est attribuée dans la colonne « Pondération » selon l'importance donnée aux objectifs dans le cadre du PSPP (1 : souhaitable, 2 : important, 3 : indispensable). Pour la colonne « Évaluation », c'est une note exprimée en pourcentage (entre 0 et 100 %) qui doit être inscrite. Les explications pour procéder à ces deux étapes se situent dans l'encadré sur l'analyse détaillée de l'onglet « Modalités d'utilisation ». Pour chacun des thèmes et des dimensions, une pondération moyenne et une performance pondérée sont calculées automatiquement par le logiciel Excel. Le détail des équations utilisées est présenté à l'annexe 1.

Figure 5.4 Aperçu du tableau retrouvé dans l'onglet de la dimension sociale de l'outil d'aide à la décision proposé. Un tableau similaire est associé à chacune des cinq autres dimensions (écologique, économique, culturelle, éthique et gouvernance). La première colonne contient la liste des objectifs retenus de la GADD, classés en thèmes qui varient d'une dimension à l'autre. Dans l'ordre, les autres colonnes sont : la pondération, la justification de la pondération, l'évaluation, les actions planifiées ou déjà mises en œuvre, les pistes de bonification, la priorité, ainsi que les cinq éléments associés à l'évaluation de l'indice de la qualité des données (corrélation, statut, fiabilité, qualité des données et besoin en données). Les colonnes à compléter pendant l'analyse du PSPP ont été encadrées en rouge. Les autres se complètent automatiquement en fonction des réponses inscrites dans les colonnes d'évaluation, de pondération et des trois éléments à évaluer pour analyser l'indice de la qualité des données. Des réponses fictives y ont été inscrites pour l'illustrer.

Suite à la pondération d'un objectif, les évaluateurs peuvent inscrire dans la colonne suivante une justification de la pondération. Il est aussi suggéré d'identifier des « actions planifiées ou déjà mises en œuvre », ainsi que des « pistes de bonification » pour améliorer la performance des objectifs. Le logiciel détermine quels objectifs nécessitent des pistes de bonification dans la colonne « Priorité » selon les résultats de la pondération et de l'évaluation. Le niveau de priorité est indiqué par une couleur dont la signification est illustrée dans l'onglet « Modalités d'interprétation » (section 5.2.6).

La dernière section du tableau porte sur l'« indice de la qualité des données » basé sur trois éléments à évaluer : la corrélation, le statut et la fiabilité des données utilisées. Les explications pour remplir les colonnes correspondantes dans le tableau se retrouvent dans l'onglet « Modalités d'utilisation ». Pour chacun des objectifs, le logiciel calcule la moyenne de ces trois notes pour obtenir la « qualité des données ». La dernière colonne présente le « besoin en données », calculée selon la qualité des données et la pondération attribuée à l'objectif. Le besoin en données est exprimé par un code de couleur dont la signification est illustrée dans l'onglet « Modalités d'interprétation », tout comme le niveau de priorité des objectifs à bonifier.

Les modifications les plus importantes apportées à la GADD concernent le choix des objectifs à conserver. Pour ce faire, chacun des objectifs a été analysé selon son degré d'influence potentielle dans un PSPP en entomophagie. Le tableau 5.1 donne une bonne idée de la variété de PSPP pris en compte. Au final, les objectifs dont le lien avec l'entomophagie a été jugé trop faible ont été éliminés (annexe 2). La grille est donc passée d'un total de 166 à 142 objectifs. Les dimensions contiennent entre 11 et 34 objectifs – ou 24 en moyenne – et les thèmes ont tous été conservés. Les dimensions sociale, écologique, économique et culturelle ont perdu respectivement 11, 4, 5 et 4 objectifs, tandis que les dimensions éthiques et de gouvernance les ont tous conservés. Pour ces deux dernières, les objectifs ont été jugés universels : ils peuvent être pertinents à évaluer dans n'importe quelle discipline, dont l'entomophagie. Au contraire, les objectifs éliminés dans les autres dimensions étaient plutôt spécifiques à des PSPP qui n'avaient pas de relation avec l'entomophagie. Par exemple, sous le thème « eau » de la dimension sociale, l'objectif d'« assurer l'accès à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats » peut difficilement être mis en lien avec des PSPP axés sur la consommation d'insectes. Au contraire, « protéger les espèces rares, menacées et à statut précaire » est directement lié à des PSPP qui viseraient à prévenir ou diminuer la surexploitation de certaines espèces, un enjeu spécifiquement identifié au chapitre 3. Les connaissances

acquises lors de l'analyse des enjeux environnementaux et socioéconomiques de l'entomophagie ont donc été d'une grande utilité pour réaliser cette étape.

5.2.5 Résultats

L'onglet « Résultats » regroupe sept tableaux, chacun associé à un graphique de type diagramme radar (figures 5.5 et 5.6). Ils permettent de visualiser la pondération et la performance moyennes des dimensions et des thèmes par rapport aux résultats calculés automatiquement dans les onglets précédents. Le premier tableau et son diagramme radar représentent les résultats des six dimensions (figure 5.5), tandis que les six autres portent sur les thèmes de chacune des six dimensions (figure 5.6). Aucun changement n'a été apporté à cet onglet.

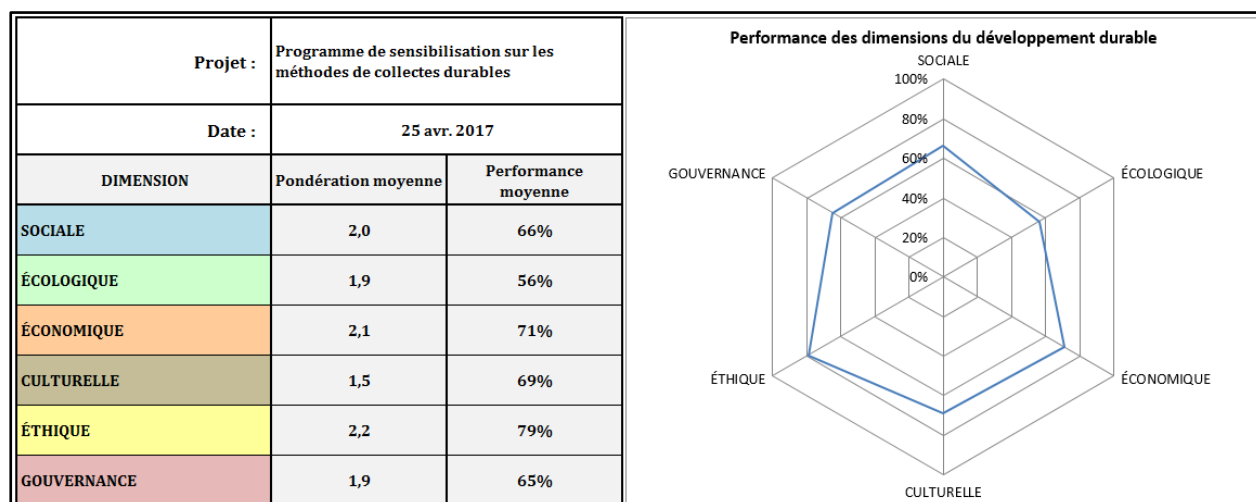


Figure 5.5 Aperçu du tableau et du diagramme radar résumant les résultats des six dimensions évaluées dans l'outil d'aide à la décision proposé. Dans le diagramme radar, chaque axe représente une dimension. Plus le degré de performance d'une dimension est élevé, plus l'intersection correspondante du polygone est éloignée du centre.

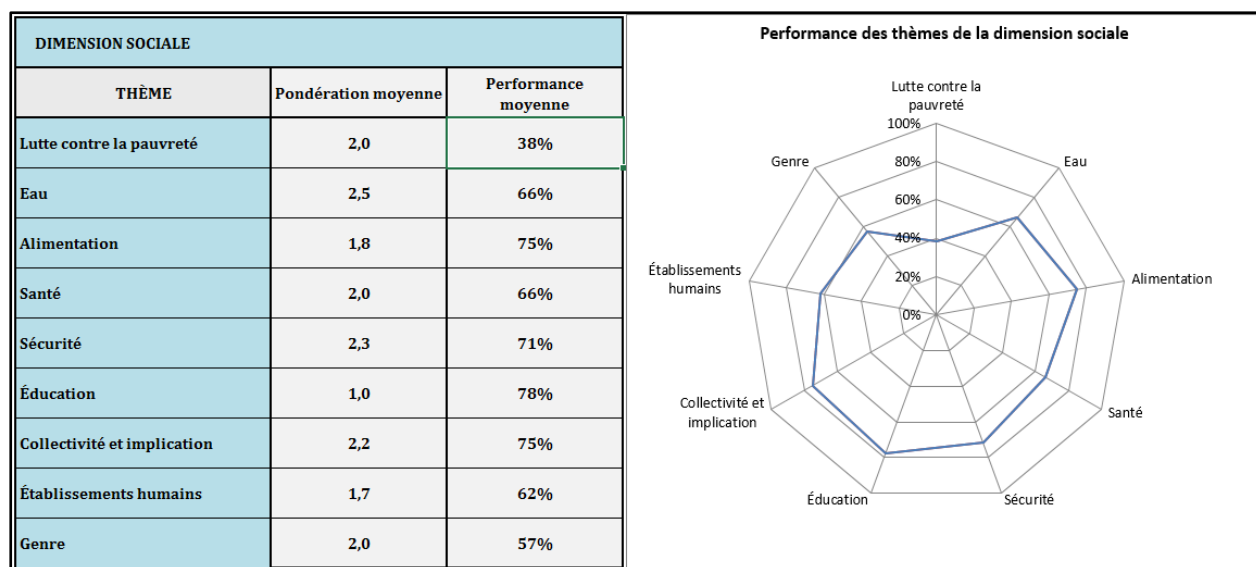


Figure 5.6 Aperçu du tableau et du diagramme radar résumant les résultats des thèmes associés à chacune des dimensions évaluées dans l’outil d’aide à la décision proposé. Dans le diagramme radar, chaque axe représente un thème. Plus la performance est élevée, plus l’intersection correspondante du polygone est éloignée du centre.

5.2.6 Modalités d’interprétation

L’onglet sur les modalités d’interprétation présente les éléments à connaître pour bien comprendre les résultats obtenus. En bref, on y explique la signification des résultats illustrés dans les diagrammes radars, des indices de priorisation des objectifs et de la qualité des données, ainsi que des moyennes des pondérations.

Deux modifications ont été apportées à cette section. Comme il a été mentionné précédemment, les explications permettant de comprendre comment réaliser l’évaluation de l’indice de qualité ont été déplacées dans l’onglet « Modalités d’utilisation ». Les éléments relatifs à l’interprétation des résultats associés, c’est-à-dire les explications concernant la qualité des données et les besoins en données, ainsi que les matrices⁹ de priorisation des objectifs à bonifier (figure 5.7) et des besoins en données (figure 5.8) ont été conservés. Celles-ci permettent de comprendre le code de couleur qui apparaît dans les colonnes associées à chacun des objectifs dans les tableaux des dimensions.

⁹ Pour l’illustration des codes de couleurs liés aux résultats du calcul des indices de priorisation des objectifs à bonifier et des besoins en données, le terme « algorithme » a été remplacé par « matrice », puisqu’il a été jugé plus représentatif et simple à comprendre.

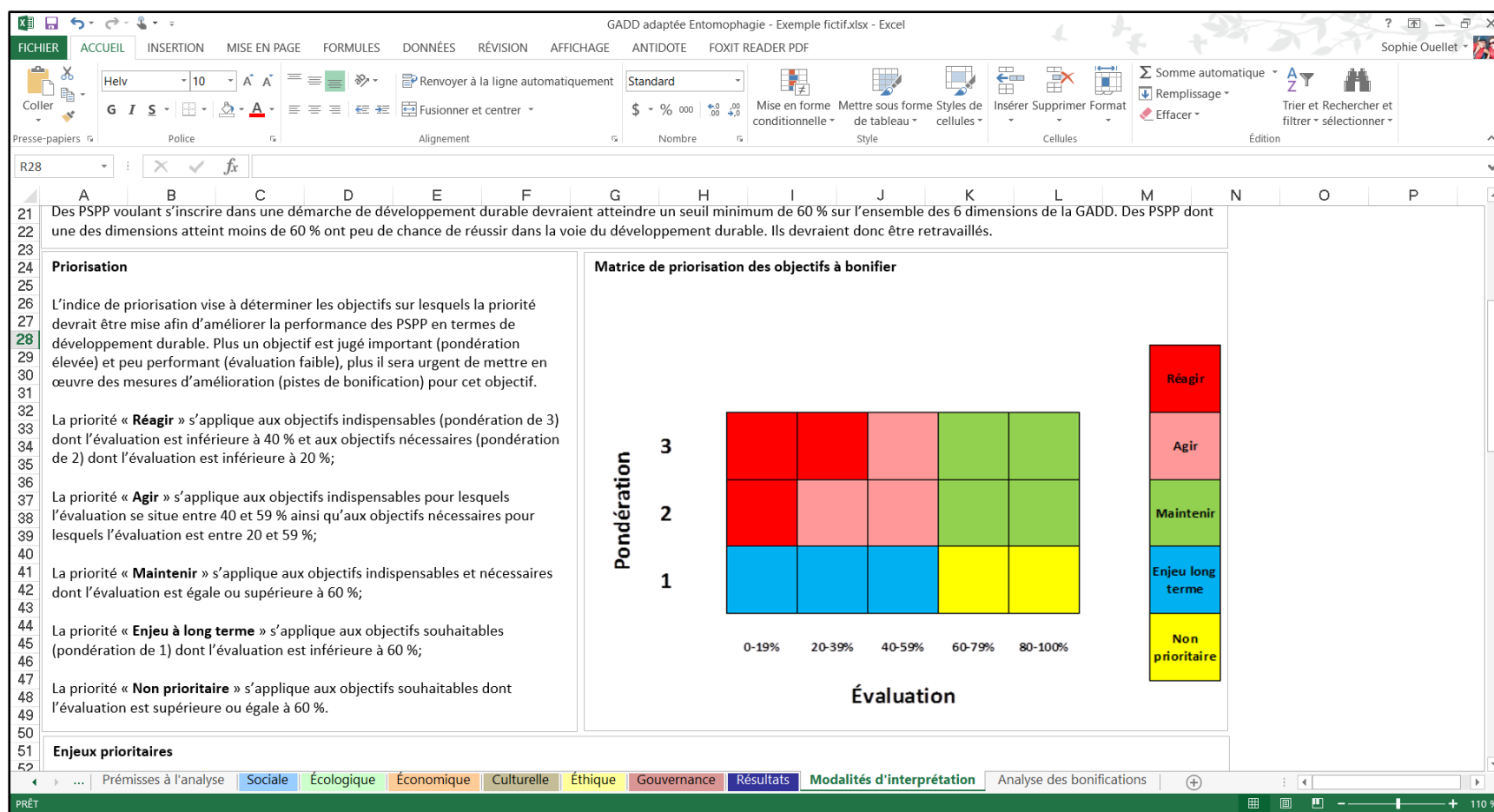


Figure 5.7 Aperçu de la matrice de priorisation des objectifs à bonifier contenue dans l'onglet « Modalités d'interprétation » de l'outil d'aide à la décision proposé. Le résultat qui s'affiche automatiquement dans la colonne « Priorité » de chacun des objectifs dépend de la pondération et de l'évaluation qui lui ont été attribuées. Plus l'évaluation est basse et que la pondération est forte, plus la priorité est élevée. Lorsque le résultat obtenu correspond à « réagir » ou « agir », la case de la colonne « Pistes de bonification » se colore en rouge pour illustrer la nécessité de bonifier cet objectif.

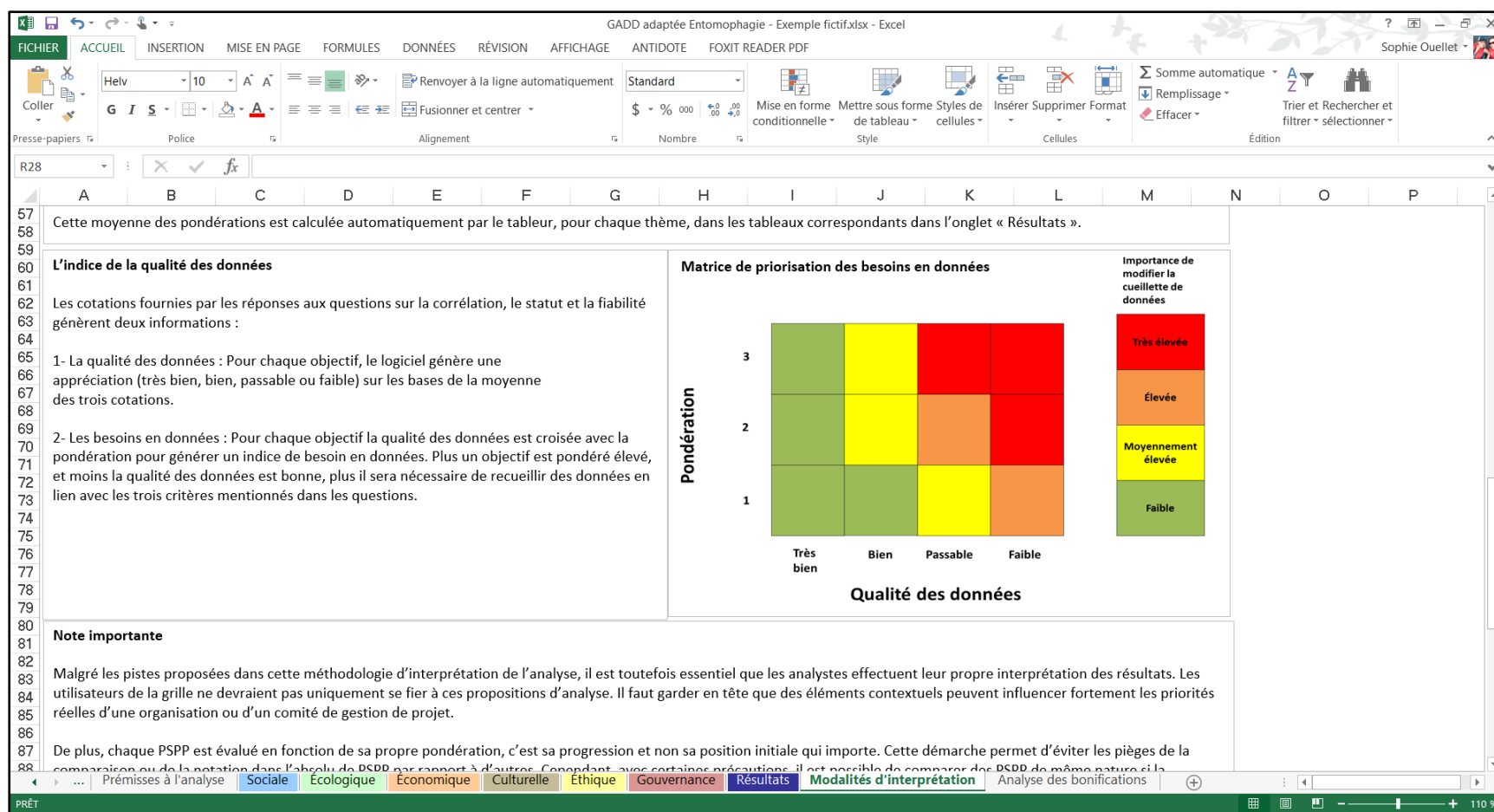


Figure 5.8 Aperçu de la matrice de priorisation des besoins en données contenue dans l'onglet « Modalités d'interprétation » de l'outil d'aide à la décision proposé. Le résultat qui s'affiche automatiquement dans la colonne « Qualité des données » est basé sur la moyenne des trois évaluations attribuées à la corrélation, le statut et la fiabilité des données. Quant au résultat correspondant au « Besoin en données », il dépend de la qualité des données et de la pondération attribuée à l'objectif. Plus la qualité des données est faible et que la pondération est élevée, plus le besoin en données est élevé.

5.2.7 Analyse des bonifications

L'onglet sur l'analyse des bonifications contient un tableau ayant six colonnes (figure 5.9). Des explications sont incluses sous le titre des colonnes afin de guider les évaluateurs. Dans la première, on propose de transcrire les pistes de bonification les plus pertinentes notées pendant l'analyse des objectifs. Pour chacune des pistes de bonification, il faut ensuite décrire les cinq éléments suivants : les objectifs positivement affectés, les objectifs négativement affectés, le niveau de faisabilité, les actions à entreprendre pour la suite du PSPP et les modalités de mise en œuvre. Cette dernière étape est donc très utile pour analyser efficacement l'efficacité et la faisabilité des bonifications, puis favoriser leur réalisation. Au final, il a été décidé de conserver cet onglet tel quel.

GADD adaptée Entomophagie - Exemple fictif.xlsx - Excel

Sophie Ouellet

| A | B | C | D | E | F | G |
|--|--|--|--|--|--|---|
| Pistes de bonification proposées | Objectifs positivement affectés par les pistes de bonification | Objectifs négativement affectés par les pistes de bonification | Faisabilité de la piste de bonification | Actions à prendre | Modalités de mise en œuvre | |
| Reprenez dans cette colonne les pistes de bonification les plus pertinentes proposées lors de l'analyse (pour les priorités agir et réagir, ou encore les pistes qui reviennent pour plusieurs objectifs). | Listez dans cette colonne tous les objectifs de la GADD sur lesquels chaque piste de bonification est susceptible d'avoir un impact positif. | Listez dans cette colonne tous les objectifs de la GADD sur lesquels chaque piste de bonification est susceptible d'avoir un impact négatif. | Évaluez le niveau de faisabilité et d'opportunité de chaque piste de bonification (nul, faible, moyen, élevé) en fonction de critères techniques, financiers, logistiques, temporels, etc. | En fonction des réponses données, établissez pour chaque piste de bonification les actions à prendre pour la suite du PSPP (abandonner l'idée, améliorer la proposition, effectuer une étude de faisabilité plus détaillée, mettre en action immédiatement, etc.). | Le cas échéant, précisez les modalités de mise en œuvre de la piste de bonification (budget, échéances, responsabilités, etc.) | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Prémisses à l'analyse | Sociale | Écologique | Économique | Culturelle | Éthique | Gouvernance | Résultats | Modalités d'interprétation | Analyse des bonifications

PRÊT

Figure 5.9 Aperçu de l'onglet « Analyse des bonifications » de l'outil d'aide à la décision proposé. Dans la première colonne, chaque ligne correspond à une piste de bonification identifiée et jugée pertinente lors de l'évaluation des objectifs. Les évaluateurs identifient ensuite les objectifs potentiellement affectés positivement et négativement par cette piste de bonification pour déterminer si les bénéfices sont réels. Le résultat de l'analyse de faisabilité associée peut être inscrit dans la colonne suivante, suivi des actions à entreprendre et des modalités de mise en œuvre.

5.3 Avantages de l'outil d'aide à la décision proposé

L'outil d'aide à la décision proposé présente deux principaux avantages. Tout d'abord, il permet d'évaluer plusieurs types de PSPP et de réaliser une variété d'analyses dans des circonstances variées (Villeneuve *et al.*, 2016b), ce qui lui confère une grande polyvalence. Ainsi, en plus des deux démarches offertes (sommaire ou détaillée), il est possible d'évaluer l'indice de la qualité des données et d'analyser les pistes de bonifications. La grille peut aussi s'employer avant, pendant et/ou après l'exécution d'un PSPP (consulter l'onglet « modalités d'utilisation » pour plus de détails sur ce point). En plus de guider ses utilisateurs dans une prise de décision face à l'adéquation d'un PSPP aux objectifs du DD, elle peut finalement être utilisée dans d'autres circonstances comme l'élaboration d'un plan d'action incluant des indicateurs et des cibles ou encore la comparaison entre différentes options de PSPP de même nature. Au final, cette polyvalence permet d'utiliser l'outil dans une multitude de contextes, en fonction des besoins et des ressources disponibles.

Ensuite, l'outil proposé peut être considéré pratique et complet, dans le sens où il intègre tous les éléments d'explication nécessaires pour la réalisation de l'analyse dans un seul fichier électronique. Il peut donc facilement être téléchargé ou transmis par courriel. De plus, le guide d'utilisation est inclus à même le tableur Excel, tout comme les définitions des domaines, thèmes et objectifs (sous forme de commentaires insérés dans les cellules où ils sont inscrits). Les résultats sont aussi automatiquement calculés par le logiciel. Par conséquent, les utilisateurs n'ont pas à détenir des connaissances avancées sur le logiciel Excel. Finalement, la compréhension des résultats par l'intermédiaire des diagrammes radars est intuitive, ce qui facilite la présentation des résultats auprès des parties prenantes d'un PSPP. Ces aspects ont pour effet de simplifier l'utilisation de l'outil et de le rendre accessible.

5.4 Limites de l'outil d'aide à la décision proposé

Trois limites peuvent être identifiées quant à l'outil d'aide à la décision proposé. La première concerne les ressources nécessaires à l'évaluation. Tout d'abord, il faut prévoir une période de temps suffisante pour réaliser les différentes étapes de l'analyse, puisqu'elle contient 142 objectifs et qu'il est recommandé de tous les évaluer pour obtenir des résultats représentatifs. Un autre élément méthodologique peut aussi influencer le facteur temps : la pondération des objectifs devrait être réalisée par consensus lors d'une rencontre entre les parties prenantes impliquées dans le PSPP. De telles discussions peuvent donner lieu à des désaccords et même des conflits dus à des différences dans les priorités de chacune (FAO, 2001). Pour optimiser le temps accordé à la rencontre, une bonne préparation est donc recommandée. De plus,

des règles de fonctionnement claires peuvent être établies et acceptées dès le début pour prévenir les conflits. L'évaluation des dimensions peut aussi être espacée sur plusieurs rencontres, selon le temps disponible. Un autre élément à considérer en lien avec les ressources humaines est la présence d'un(e) spécialiste de la grille, d'un(e) animateur ou animatrice et d'un(e) secrétaire. Ceci favorisera une meilleure efficacité, surtout si les participants ne sont pas familiers avec le logiciel Excel. Finalement, un niveau minimal de ressources matérielles et financières est également nécessaire. Les évaluateurs doivent disposer d'au moins un ordinateur sur lequel le logiciel Excel est installé. Globalement, il est important que les personnes intéressées à utiliser l'outil s'assurent que les ressources humaines, matérielles et financières soient disponibles.

Une autre limite concerne la langue employée dans l'outil. Ainsi, il est pour le moment destiné aux utilisateurs francophones, comme les pays membres de l'OIF. Cependant, il pourrait éventuellement être traduit en anglais et/ou en espagnol pour augmenter son accessibilité.

Pour terminer, bien que la GADD de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC ait été testée à maintes reprises et dans plusieurs contextes, sa version adaptée à l'entomophagie n'a pas été expérimentée. Il est donc recommandé que l'outil soit testé à un PSPP réel dans le futur pour évaluer son efficacité et être en mesure de l'améliorer, plus particulièrement dans le contexte des pays à faibles revenus où les ressources peuvent être plus restreintes.

Chapitre 6

Stratégies de gestion durable des insectes comestibles

La « gestion durable » peut se définir comme « un ensemble d'actions portant sur un territoire délimité ou sur des ressources particulières et posées en vue d'atteindre des objectifs sociaux, environnementaux et économiques, conformément aux principes de développement durable » (Limoges *et al.*, 2013). Ce dernier chapitre vise ainsi à présenter quelles sont les principales stratégies de gestion suggérées dans la littérature dans le but de favoriser un développement durable de l'entomophagie. Cinq stratégies sont exposées : la recherche et l'acquisition de connaissances, la conservation des populations d'insectes comestibles et de leurs habitats, l'approche basée sur la participation des communautés locales, l'égalité entre les sexes et la promotion de l'entomophagie.

6.1 Recherche et acquisition de connaissances

La nécessité de réaliser davantage de recherche et d'acquérir plus de connaissances dans le domaine de l'entomophagie est fréquemment abordée dans la littérature, puisque plusieurs lacunes sont observées dans le domaine (Barennès *et al.*, 2015; Belluco *et al.*, 2015; Choo, 2008; Kelemu *et al.*, 2015; Nsevolo *et al.*, 2016; Pal & Roy, 2014; Schabel, 2010; van Huis *et al.*, 2013; van Huis, 2015). Elles touchent une grande variété de thèmes et de sous-thèmes dont certains sont listés dans le tableau 6.1. Pour être en mesure de prendre des décisions éclairées dans la gestion durable des insectes et de leurs habitats, approfondir les connaissances disponibles sur la pratique de l'entomophagie et l'exploitation des insectes comestibles est une stratégie essentielle pour plusieurs raisons.

Tableau 6.1 Thèmes et sous-thèmes associés au développement durable de l'entomophagie pour lesquels des lacunes ont été identifiées dans les données disponibles dans la littérature

| Thèmes | Sous-thèmes |
|---|---|
| Identification des espèces consommées dans le monde | Taxonomie |
| Production, transformation et commercialisation | Données statistiques sur la production Méthodes de préservation et d'amélioration de la durée de conservation Études de marché Acceptabilité des espèces selon les ethnies |
| Collecte | Méthodes et technologies durables et rentables Périodes d'exploitation optimale Pratiques traditionnelles Impacts environnementaux et socioéconomiques Intensité de la collecte d'insectes dans l'espace et le temps Sélection artificielle de traits avantageux |
| Production naturelle améliorée | Impacts environnementaux |
| Élevage | Impacts environnementaux en comparaison à l'élevage de bétail Méthodes et technologies durables et rentables Maladies affectant les insectes dans les élevages Bénéfices socioéconomiques Risques de l'utilisation de déchets ou sous-produits organiques Risques de modifications génétiques et de relâchements accidentels |
| Écologie et biologie | Identification des espèces comestibles Estimation de l'abondance et de la densité des populations Espèces menacées par la surexploitation Facteurs déterminant l'abondance Dynamique des populations Cycles de développement Taux de survie Degré de parasitisme et de prédation Connaissances traditionnelles |
| Nutrition | Contenu nutritionnel selon l'espèce et les caractéristiques locales Fréquence de consommation Régulation, enrichissement et ajouts dans l'alimentation des insectes Contribution nutritionnelle des insectes dans les régimes alimentaires Biodisponibilité des minéraux |
| Risques pour la santé humaine | Allergies Sécurité microbiologique Pathogènes potentiels Impact des manipulations, entreposage adéquat et traitements de décontamination efficaces pour protéger les consommateurs |
| Conservation et gestion | Besoins de conservation et de gestion Végétation et techniques de récolte favorisant le maintien des populations d'insectes Gestion des insectes comestibles forestiers |

Tout d'abord, des connaissances adéquates améliorent l'analyse des conditions socioéconomiques et environnementales pouvant influencer – ou être affectées par – un PSPP. Cette évaluation permet entre autres de prévenir les risques, d'atténuer ou de compenser les impacts négatifs ou encore de saisir des opportunités avantageuses. Par exemple, des données sur des substrats disponibles dans une région pour nourrir les insectes issus de systèmes d'élevage – comme leurs coûts respectifs, leur accessibilité pour les agriculteurs, leurs risques pour la santé humaine, les espèces pour lesquelles ils sont adaptés et les impacts environnementaux associés à leur utilisation – renforcent la capacité des décideurs à réaliser le meilleur choix possible en vertu des objectifs du DD.

Ces informations sont aussi primordiales pour faire le suivi du niveau d'atteinte des objectifs d'un PSPP dans le temps. Effectivement, le choix d'indicateurs et de cibles approprié nécessite des données de base pour pouvoir comparer son évolution et déterminer si les actions entreprises pour améliorer l'atteinte des objectifs ont réellement porté des fruits (Stevens, 2006; Villeneuve & Riffon, 2011). Par exemple, pour déterminer si l'implantation de fermes d'élevage dans une région particulière a permis de diminuer la pression sur une espèce menacée par la surexploitation, une méthode possible serait de comparer ses variations d'abondance avant et après le projet, ou encore d'évaluer si un plus grand pourcentage d'individus issus des élevages sont vendus dans les marchés environnants.

Une source d'information à ne pas négliger concerne les connaissances traditionnelles détenues par les communautés autochtones (Ramakrishnan, 2001; Ramos-Elorduy, 2009; Yen, 2009b). Ces dernières sont impliquées dans la gestion de leur environnement et des ressources naturelles depuis des temps immémoriaux (Richmond *et al.*, 2013). Elles possèdent donc un savoir essentiel sur la gestion des insectes comestibles et leur habitat, par exemple les méthodes de récolte ou de production naturelle améliorée durables, les caractéristiques pour identifier les espèces d'intérêt, ainsi que le cycle de vie, le comportement, les plantes hôtes et le régime alimentaire (Itterbeck & van Huis, 2012; Ramos-Elorduy, 1997; Ramos-Elorduy, 2009; van Huis *et al.*, 2013; Yen, 2009b; Yen, 2012). Le couplage entre les connaissances scientifiques et traditionnelles peut ainsi permettre d'obtenir des données complémentaires afin d'adapter la gestion des insectes comestibles aux nouvelles menaces qui pèsent sur la ressource.

6.2 Conservation des insectes comestibles et de leurs habitats

La conservation des insectes et de leurs habitats représente une stratégie indispensable pour faire face aux différentes menaces qui pèsent sur ceux-ci. Cependant, les insectes comestibles sont souvent mis de côté en gestion de la faune (Vantomme, 2010). Pendant ce temps, les menaces affectant les insectes – comestibles ou non – prennent de plus en plus d’ampleur (Samways, 2007). Or, pour garantir la disponibilité de cet aliment dans le futur et du même coup renforcer la sécurité alimentaire ainsi que les moyens de subsistance des populations locales, la conservation des populations d’insectes comestibles et de leurs habitats est fondamentale (Akpalu *et al.*, 2009; DeFoliart, 1997; Ramos-Elorduy, 2009). Pour ce faire, plusieurs mesures, lignes directrices ou approches sont suggérées dans la littérature (Ramos-Elorduy, 2006; Samways, 2007; Samways, 2015; Schabel, 2010; Barennes *et al.*, 2015, van Huis, 2013; van Huis *et al.*, 2013). En se concentrant exclusivement sur les insectes utilisés dans l’alimentation humaine, les stratégies de gestion recommandées en conservation peuvent être divisées selon les deux principales menaces environnementales pesant sur eux (section 3.2) : la surexploitation causée par la récolte non durable et les modifications génétiques en contexte d’élevage¹⁰.

6.2.1 Surexploitation

Face à la surexploitation due à la récolte non durable, trois principales stratégies de gestion se dégagent dans la littérature consultée : la mise en place de systèmes d’élevage, l’implantation de certaines formes de production naturelle améliorée et l’encadrement de la récolte par des réglementations.

Pour débiter, l’élevage des espèces récoltées de façon non durable peut permettre de protéger indirectement les populations sauvages en réduisant l’intensité de la récolte réalisée en milieux naturels (Barennes *et al.*, 2015; Illgner *et al.*, 2000; Schabel, 2010; van Huis, 2003; van Huis, 2015). Pour que ce mode de production soit adopté, l’élevage doit cependant être perçu comme plus avantageux, en plus d’être accessible pour les populations locales. C’est pourquoi cette mesure devrait être appuyée et promue auprès de la population (section 6.5.2).

¹⁰ Les insectes comestibles et leur habitat sont aussi affectés par des menaces globales qui vont de la perte d’habitats à la contamination de l’environnement, en passant par l’introduction d’espèces envahissantes et les changements climatiques (Samways, 2007). Ces menaces ne sont pas abordées dans les stratégies de gestion (ni dans l’analyse des enjeux des chapitres 3 et 4), puisqu’elles ne sont pas spécifiques aux insectes comestibles et que leur analyse dépasse la portée de cet essai.

De la même façon que l'élevage, certaines formes de production naturelle améliorée peuvent aussi diminuer la pression exercée sur les populations d'insectes comestibles sauvages (Ramos-Elorduy, 2006; Schabel, 2010; van Huis, 2013). En favorisant la croissance ou la reproduction, elles pourraient même être utilisées pour aider à restaurer les populations affectées par la surexploitation (Schabel, 2010). De plus, ce mode de production s'intègre bien dans les systèmes agroforestiers (Schabel, 2010). Par exemple, des espèces d'arbres utilisées pour la production de nourriture, de bois de chauffage ou d'autres produits comme le café sont aussi les hôtes d'insectes comestibles (Schabel, 2010; Prado *et al.*, 2012). Leur production pourrait donc être améliorée par leur inclusion dans les systèmes agroforestiers et diverses manipulations comme la coupe sélective d'arbres ou la pose de larves (Ghazoul, 2006; Schabel, 2010). De cette façon, cette pratique diversifierait davantage les services rendus par ces systèmes de production durables, tout en renforçant la conservation des insectes comestibles.

La troisième solution suggérée concerne la mise en place de réglementations (Ramos-Elorduy, 2006; van Huis, 2012; van Huis, 2013). Des pays africains comme le Congo, la Zambie, le Malawi, le Zimbabwe et la Namibie ont déjà instauré des restrictions visant à encadrer la récolte d'insectes comestibles (Schabel, 2010). Elles visent différents aspects comme les périodes de récolte et les stades de développement autorisés, l'exigence d'un permis, des quotas maximaux, le paiement d'une taxe et l'interdiction de récolte dans certaines aires (Akpalu *et al.*, 2009; Schabel, 2010). Dans un contexte de pauvreté et d'insécurité alimentaire, ce type de mesures doit néanmoins être mis en place avec précaution pour être durable (Akpalu *et al.*, 2009; van Huis *et al.*, 2013). En effet, l'insécurité alimentaire et les besoins économiques des communautés locales peuvent faire en sorte que les mesures de conservation ne soient pas respectées (van Huis *et al.*, 2013). Lorsque des restrictions sont inévitables pour protéger des espèces, des alternatives ou des compensations doivent donc être offertes pour ne pas compromettre les besoins de base de ces populations et ainsi respecter les objectifs socioéconomiques du DD (van Huis *et al.*, 2013). Ainsi, lorsque l'état de santé des populations des espèces récoltées le permet, autoriser les habitants à utiliser durablement les ressources naturelles de leur milieu peut renforcer la conservation de la biodiversité (Munthali & Mughogho, 1992, cités dans van Huis, 2003). Par exemple, en 1990, le gouvernement du Malawi a permis à 173 familles de récolter des chenilles dans le Parc National Kasungu, tout en implantant un projet d'apiculture sur le site afin d'aider les communautés à diversifier leurs revenus (Munthali & Mughogho, 1992, cités dans van Huis, 2003). Cette mesure a conduit à une diminution du braconnage exercé sur les populations de chenilles et a contribué à améliorer l'appui des villageois dans les

programmes de conservation (Munthali & Mughogho, 1992). La prise en compte des conditions socioéconomiques est donc essentielle pour réglementer l'accès aux insectes comestibles en nature.

6.2.2 Modifications génétiques et relâchements accidentels

Comme décrit au chapitre 3, l'élevage d'espèces animales ou végétales comporte des risques environnementaux associés à des modifications génétiques et des relâchements accidentels dans la nature (section 3.2.2). Sans égard à la génétique, la libération de populations d'espèces élevées hors de leur aire de distribution naturelle est aussi susceptible de causer des impacts environnementaux négatifs (van Huis *et al.*, 2013). Cependant, d'après la recherche de littérature réalisée sur le sujet, ces risques semblent très peu documentés en ce qui touche les insectes en général – encore moins les comestibles.

Dans ce contexte, le principe de précaution est un outil particulièrement pertinent, puisqu'il permet d'agir en absence de certitudes scientifiques (Cooney, 2004). De plus, il est reconnu internationalement comme un outil fondamental en DD et en gestion des ressources naturelles (Cooney, 2004). Il est intégré dans la Convention sur la diversité biologique (CBD), un traité international considéré comme le principal instrument du DD au niveau international (ONU, 2015b), de même que dans le Protocole de Carthagène sur la prévention des risques biotechnologiques relatif à la CBD, un accord international sur les OGM (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2000). Selon la définition adoptée dans la CBD, le principe de précaution stipule qu'en cas de « menace de réduction importante ou de perte de diversité biologique, l'absence de certitude scientifique absolue ne devrait pas être utilisée comme prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures permettant d'éviter une telle menace, ou d'en atténuer les effets » (ONU, 2015b). En gestion des ressources naturelles, la notion d'incertitude fait partie intégrante du processus de prise de décision, tant par le manque de données scientifiques que par la complexité intrinsèque des interactions qui prennent place dans les écosystèmes – humains inclus (Cooney, 2004). Devant les lacunes observées dans les connaissances scientifiques, aussi bien sur les insectes comestibles et leur gestion durable que sur les risques génétiques associés à leur élevage, l'adoption du principe de précaution est donc indispensable.

L'application du principe de précaution peut toutefois occasionner des coûts importants pour les utilisateurs de la ressource, plus particulièrement les communautés confrontées à des niveaux élevés de pauvreté (Cooney, 2004). Par exemple, elle est susceptible d'entraîner des restrictions sur l'accès à certaines ressources d'un milieu, comme il a été mentionné sur la réglementation de la récolte d'insectes

à la section précédente (6.2.1). Pour être cohérente avec le concept de DD, l'application du principe de précaution doit donc se baser sur un équilibre entre les intérêts de conservation et les besoins socioéconomiques des populations concernées par les mesures de gestion (Cooney, 2004).

6.3 Approche basée sur la participation des communautés locales

Pour une gestion durable des ressources naturelles, plusieurs auteurs mettent de l'avant la nécessité d'adopter une approche basée sur la participation des communautés locales ou autochtones (DeFoliart, 1997; FAO, 2001; McSweeney, 2005; Chanda & Phuthago, 2004; Schabel, 2010). Fortement promue à l'international, cette approche est un modèle émergent de plus en plus populaire dans la gestion des ressources naturelles (Gruber, 2010). Elle s'est développée en réaction aux défauts des approches protectionnistes centralisées dans lesquelles les communautés détiennent peu de pouvoir de décision (Agrawal & Gibson, 1999; Chanda & Phuthago, 2004). La gestion communautaire des ressources naturelles¹¹ (GCRN) repose plutôt sur la délégation des pouvoirs aux communautés locales (Gruber, 2010). Elle vise un développement durable à long terme basé sur la participation des membres de la communauté et des utilisateurs des ressources naturelles dans la prise de décision (Zanetell & Knuth 2004). De cette façon, elle permet d'établir un équilibre entre l'exploitation et la conservation des ressources naturelles (Armitage, 2005).

L'approche de GCRN offre plusieurs avantages et opportunités liés au développement durable et à l'entomophagie. Tout d'abord, l'implication des communautés locales favorise l'incorporation des connaissances traditionnelles qu'elles détiennent dans la gestion des ressources naturelles (Chanda & Phuthago, 2004). Elle favorise également le partage des revenus et des bénéfices socioéconomiques et environnementaux entre les membres de la communauté (Chanda & Phuthago, 2004), en plus de reconnaître les droits autochtones (Richmond *et al.*, 2013). Elle contribue également à diminuer les conflits d'usages et à atteindre les groupes marginalisés, comme les femmes ou les familles touchées par la pauvreté (Ashby & Lilja, 2004; Chanda & Phuthago, 2004). Finalement, la GCRN sensibilise les communautés à la protection des organismes vivants, de leur habitat et des bénéfices fournis par les écosystèmes (Danielsen *et al.*, 2005). Dans le contexte de la récolte d'insectes comestibles, cet impact positif pourrait ainsi renforcer la protection des espèces menacées par la surexploitation et de leur habitat.

¹¹ Traduction libre de : community-based natural resource management (CBNRM).

Une application intéressante de l'approche GCRN concerne la récolte de données pour le suivi de la biodiversité ou de l'utilisation des ressources naturelles (Constantino *et al.*, 2012; Danielsen *et al.*, 2005; Garcia & Lescuyer, 2008). Le suivi des populations est essentiel dans les domaines de la conservation et du développement durable, par exemple pour mesurer l'impact des menaces ou des interventions visant à protéger des espèces ou des écosystèmes (Danielsen *et al.*, 2005). Cependant, le suivi réalisé par des professionnels coûte relativement cher, ce qui le rend difficile à maintenir dans le temps, particulièrement dans les pays à faible statut économique (Danielsen *et al.*, 2005). Face à cette problématique, la récolte de données réalisée par les communautés locales offre des avantages intéressants, puisqu'elle est moins dispendieuse et permet d'obtenir des données parfois difficiles d'accès pour les scientifiques (Danielsen *et al.*, 2005). Au niveau social, cette approche permet aussi de donner du pouvoir et de renforcer les capacités des communautés (Constantino *et al.*, 2012; Danielsen *et al.*, 2005). Elle a été démontrée efficace dans plusieurs cas, plus particulièrement lorsque certains principes décrits dans la littérature sont respectés (Danielsen *et al.*, 2005; Garcia & Lescuyer, 2008; Gruber, 2010). Ceux-ci servent de guide pour la mise en place de projets dans le domaine de l'entomophagie. En bref, l'approche GCRN pourrait renforcer les connaissances disponibles sur les insectes comestibles et contribuer à leur exploitation durable.

6.4 Égalité entre les sexes

Mis de l'avant dans les 17 ODD des Nations Unies (figure 1.1, objectif 5), l'égalité entre les sexes est un thème central dans le développement durable. Or, des lacunes considérables ont été observées à ce sujet dans la gestion des ressources naturelles en général. Tout d'abord, des études montrent que lorsque l'approche GCRN est appliquée (section 6.3), les femmes sont encore largement sous-représentées (Agarwal, 2000; Benjamin, 2010; Elias *et al.*, 2017). De plus, les approches préconisées dans les projets ou les organisations ne semblent pas toujours bien adaptées aux problématiques liées à l'égalité entre les sexes (Agarwal, 2000; Elias *et al.*, 2017; Johnson *et al.*, 2004). À travers une revue de 59 projets de recherche axés sur l'implication des communautés dans la gestion des ressources naturelles, Johnson *et al.* (2004) ont mis en évidence des lacunes importantes dans l'attention portée au genre, notamment dans la sélection des participants et le partage égal des bénéfices. Des constats semblables ont été découverts en Asie du Sud, où Agarwal (2000) a remarqué une faible participation des femmes dans les comités exécutifs des institutions communautaires de gestion forestière et des inégalités dans le partage des coûts et des bénéfices. En définitive, ce manque de considération fait en sorte que les connaissances, le travail,

les perspectives, les besoins et les contraintes des femmes ne sont pas adéquatement pris en compte dans la prise de décision (Elias *et al.*, 2017).

Or, il a été démontré que l'implication des femmes est cruciale non seulement du point de vue éthique, mais aussi pour leur contribution positive à la gestion durable des ressources naturelles (Agarwal, 2009; Leisher *et al.*, 2016). Par exemple, dans des institutions communautaires situées en Inde et au Népal, une plus grande implication dans la protection des forêts ainsi qu'une meilleure régénération et croissance du couvert forestier a été associée aux régions ayant des comités exécutifs composés d'une plus grande proportion de femmes (Agarwal, 2009). L'auteure associe ces résultats à la plus grande étendue de citoyens engagés, l'amélioration de la transmission d'informations sur les restrictions d'usage et les besoins de conservation, la prise en compte des connaissances des femmes sur la forêt, ainsi que la sensibilisation des enfants (Agarwal, 2009). Dans des groupes de gestion des ressources naturelles situés en Amérique latine, en Afrique et en Asie, Westermann *et al.* (2005) ont quant à eux mis en évidence un plus haut niveau de collaboration, de solidarité et de maintien des actions collectives, ainsi que de meilleures capacités de résolution de conflits lorsque des femmes étaient impliquées. Ces études montrent que la participation des femmes a des retombées positives tangibles dans la gestion communautaire des ressources naturelles.

Pour atteindre l'égalité entre les sexes, plusieurs recherches mettent de l'avant la nécessité d'adopter une approche sensible au genre¹² basée sur la reconnaissance des différences entre les hommes et les femmes (Elias *et al.*, 2017; Fonjong, 2008; Ramoroka, 2014). La division des tâches selon le sexe crée des dépendances différentes aux ressources forestières, ce qui influence le type de connaissances acquises par les hommes et les femmes (Agarwal, 2009). C'est ce qui explique que les connaissances locales se distinguent entre les différents groupes sociaux formant une communauté et qu'elles soient complémentaires (Elias *et al.*, 2017; Howard, 2003; Muller *et al.*, 2015). Les normes sociales liées au sexe différencient également le domaine de travail et les interactions qu'ils ont dans leur communauté (Agarwal, 2009). Ces facteurs génèrent des capacités, des habiletés et des intérêts distincts envers la conservation et l'exploitation des ressources naturelles qui doivent être pris en compte pour assurer une gestion durable des ressources naturelles (Agarwal, 2009).

¹² Traduction libre de : «Gender-responsive approach» ou «gender mainstreaming strategy».

Dans le domaine de l'exploitation des insectes comestibles, plusieurs études abordent le rôle central des femmes, notamment dans les activités traditionnelles de récolte, de transformation et de vente (Barennès *et al.*, 2015; Dzerefos & Witkowski, 2014; Kelemu *et al.*, 2015; Nonaka, 2009; Nsevolo *et al.*, 2016; Ponzetta & Paoletti, 1997; van Huis, 2003; van Huis *et al.*, 2013; Vantomme, 2010). Cette différenciation des rôles pourrait être utilisée comme opportunité pour renforcer la place des femmes aussi bien au sein de leur communauté que dans la gestion des ressources du milieu – par exemple par la formation d'associations de femmes réalisant la collecte et la vente d'insectes comestibles et par leur implication dans les comités exécutifs des institutions communautaires de protection de l'environnement. Elle montre également la nécessité d'adopter une approche sensible au genre dans le développement de l'entomophagie afin que les connaissances et les habiletés particulières des femmes soient prises en compte adéquatement. Ultimement, la reconnaissance de l'implication des femmes en entomophagie pourrait ainsi contribuer à renforcer leur autonomisation, diminuer les inégalités entre les sexes et atteindre une gestion plus durable des insectes comestibles et de leur habitat.

6.5 Promotion de l'entomophagie

La promotion de l'entomophagie est une stratégie qui peut favoriser le développement durable de la pratique pour des raisons ou des objectifs qui varient selon le contexte socioéconomique. De manière générale, ce dernier peut être divisé entre les sociétés occidentales et les sociétés où l'entomophagie est une pratique traditionnelle.

6.5.1 Promotion dans les sociétés occidentales

Dans les sociétés occidentales, deux principaux arguments justifient l'importance de mettre en place cette stratégie. Tout d'abord, plusieurs chercheurs considèrent les insectes comme une source de protéines plus durable que la viande conventionnelle (section 3.1.3) (Foley *et al.*, 2011; Halloran *et al.*, 2014; Halloran *et al.*, 2016a; Oonincx *et al.*, 2010; van Huis, 2012; van Huis *et al.*, 2013). En plus des autres produits disponibles sur le marché, les insectes comestibles représenteraient donc une alternative supplémentaire pour les consommateurs désirant diminuer ou cesser de consommer de la viande conventionnelle.

Également, la promotion de l'entomophagie permettrait de contrer l'influence négative de l'occidentalisation et de la globalisation des régimes alimentaires vécue dans les sociétés traditionnelles (section 4.2.3) (DeFoliart, 1999; Pingali, 2006; Looy *et al.*, 2014; Yen, 2009a). Selon ce raisonnement, une meilleure acceptation des insectes dans l'alimentation occidentale contribuerait à renverser la tendance

observée dans certaines parties du monde, c'est-à-dire l'abandon des aliments traditionnels au profit d'aliments transformés apparemment mieux adaptés au mode de vie urbain (Pingali, 2006; Popkin, 1999; Regmi & Dyck, 2001, cités dans Pingali, 2006). C'est dans ce contexte que plusieurs recherches récentes se sont penchées sur les facteurs qui influencent l'acceptabilité des consommateurs envers la pratique (Alemu *et al.*, 2017; Deroy *et al.*, 2015; Grace Tan *et al.*, 2015; Hamerman, 2016; Looy & Wood, 2006; Looy *et al.*, 2014; Caparros Megido *et al.*, 2016; Menozzi *et al.*, 2017; Mignon, 2002; Shelomi, 2015; Shelomi, 2016; van Huis *et al.*, 2013; Verbeke *et al.*, 2015). Les diverses découvertes qui en découlent permettent ultimement de promouvoir de façon plus efficace les insectes comestibles dans les sociétés occidentales.

Pour diminuer le sentiment de dégoût, la FAO met de l'avant le rôle central des zoos, des musées, des organismes non gouvernementaux (ONG) et des universités (van Huis *et al.*, 2013). Ces institutions peuvent contribuer à sensibiliser la population sur les bénéfices de la consommation d'insectes ainsi qu'à exposer les gens à la pratique (van Huis *et al.*, 2013). Ainsi, la probabilité qu'un individu accepte que des insectes puissent être mangés augmenterait avec la conscience des impacts de la production alimentaire (Cicatiello *et al.*, 2016, cités dans Menozzi *et al.*, 2017). De façon similaire, la croyance que consommer des produits contenant des insectes a des impacts positifs sur la santé et l'environnement affecterait aussi positivement l'attitude envers l'entomophagie (Menozzi *et al.*, 2017; Verbeke *et al.*, 2015). C'est pourquoi des chercheurs recommandent d'abord de fournir de l'information aux consommateurs sur cette alternative (Lensvelt & Steenbekkers, 2014). De plus, la transformation ou la préparation des insectes sous une forme familière ou qui les rend invisibles – par exemple des pâtisseries contenant de la farine d'insectes – améliorerait son acceptabilité (Grace Tan *et al.*, 2015; Hamerman, 2016; Shelomi, 2016; Menozzi *et al.*, 2015; Wansink, 2002). L'exposition des gens à la pratique contribuerait aussi à diminuer l'effet de surprise et de dégoût, par exemple par l'intermédiaire d'ateliers de dégustation éducatifs (Grace Tan *et al.*, 2015; Looy & Wood, 2006). Finalement, Hamerman (2016) suggère que la promotion de méthodes de préparation serait aussi efficace que des campagnes de sensibilisation pour augmenter l'acceptabilité des consommateurs. Ces études illustrent de quelle façon les activités de promotion peuvent modifier la perspective des Occidentaux à l'idée de manger des insectes.

En parallèle avec des mesures visant à vaincre la barrière du dégoût, la promotion de l'entomophagie en Occident passeraient ensuite par des étapes similaires à ceux d'autres aliments nouveaux introduits dans les dernières décennies, comme la publicité, la vente dans les commerces, l'exposition au produit et la transmission d'informations sur les modes de préparation (Looy *et al.*, 2014). Des exemples d'aliments

pour lesquels les perceptions des Occidentaux ont beaucoup évolué dans les dernières décennies sont les fruits de mer comme les langoustes et les crevettes (van Huis *et al.*, 2013). Auparavant considérés peu prestigieux, ils sont devenus des mets populaires et coûteux (van Huis *et al.*, 2013). Ces crustacés font d'ailleurs partie de l'embranchement des arthropodes, qui comprend aussi les insectes (Campbell & Reece, 2007). Cet exemple laisse présager que des changements de perception sont possibles par rapport à la consommation de cette catégorie d'arthropode.

Par ailleurs, selon Looy *et al.*, (2014), la valorisation des insectes comestibles n'implique pas nécessairement leur consommation régulière et généralisée, mais d'abord leur acceptation comme alternative alimentaire durable. En effet, cette pratique risque de rester marginale dans les cultures occidentales (Feillet, 2013). Ainsi, cette vision offre un objectif plus réaliste au changement de perspective souhaité dans les sociétés occidentales, où une variété d'options plus durables que la viande est déjà accessible pour la population. Les produits à base d'insectes comestibles s'ajouteraient simplement aux choix des consommateurs. De cette façon, la promotion de l'entomophagie permettrait d'ouvrir les sociétés occidentales à cette pratique et aux bénéfices qu'elle offre afin de la valoriser davantage dans les autres parties du monde.

6.5.2 Promotion dans les sociétés où l'entomophagie est une pratique traditionnelle

Dans les sociétés où l'entomophagie est une pratique traditionnelle, la promotion de cette habitude alimentaire s'inscrit dans un contexte très différent. Elle vise davantage à répondre à des besoins fondamentaux comme le renforcement de la sécurité alimentaire (section 4.1.2) et des moyens de subsistance (section 4.1.3). La promotion de la consommation d'insectes offre des opportunités significatives d'améliorer les conditions de vie des communautés. Pour encourager une exploitation durable, elle doit toutefois prendre en compte les conditions environnementales. En effet, la pression exercée par l'exploitation de certaines espèces exige également la promotion de pratiques durables (section 6.2.1).

La promotion de l'élevage fait l'objet de projets dans plusieurs parties du monde (Ghazoul, 2006; Illgner *et al.*, 2000; Raloff, 2008; van Huis *et al.*, 2013; Vantomme, 2010). Ceux-ci permettent d'améliorer les conditions de vie des communautés, tout en protégeant les espèces menacées de surexploitation. Ils mettent aussi de l'avant le rôle significatif des institutions comme les universités ainsi que les organismes non gouvernementaux et gouvernementaux (section 6.5.3). Par exemple, en Thaïlande, des formations

techniques sur la production de criquets développées par l'Université de Khon Kaen ont permis d'appuyer des milliers de familles dans l'adoption de la pratique (Raloff, 2008). Pour éviter l'extinction des espèces menacées retrouvées au Mexique, Ramos-Elorduy (2006) suggère de promouvoir l'importance d'implanter des méthodes d'élevage auprès de spécialistes de diverses institutions, de synthétiser l'information disponible sur le sujet et de la diffuser par l'intermédiaire des stations de radio et de publicité imprimée puis distribuée dans la langue locale auprès des communautés. De plus, l'enseignement sur les pratiques durables et le partage de connaissances sur les méthodes d'élevage peuvent être promus à travers la création d'associations ou de coopératives, ce qui valorise du même coup les connaissances traditionnelles (van Huis *et al.*, 2013). Les nouvelles technologies peuvent aussi contribuer à améliorer les techniques de récolte ou d'élevage (Ayieko *et al.*, 2011, cité dans van Huis *et al.*, 2013). Au Kenya, cette stratégie a permis d'améliorer la régularité des récoltes de termites grâce à l'utilisation de pièges lumineux, en collaboration avec une institution de recherche et de développement (Ayieko *et al.*, 2011, cité dans van Huis *et al.*, 2013). Les résultats d'études scientifiques ainsi que les apprentissages qui découlent d'expériences concrètes fournissent des informations précieuses pour l'implantation de projets promouvant le développement durable de l'entomophagie.

6.5.3 Rôle des organismes gouvernementaux

Les organismes gouvernementaux ont un rôle majeur à jouer dans la promotion de l'entomophagie et ce, peu importe le contexte socioéconomique (van Huis *et al.*, 2013; Shelomi, 2016). À travers le monde, les insectes comestibles sont souvent ignorés dans les politiques nationales (Halloran *et al.*, 2015; Ramos-Elorduy, 2006; Shelomi, 2016; Vantomme, 2010). L'opportunité de promouvoir l'entomophagie n'est donc pas saisie par ces acteurs. L'inclusion des insectes comestibles dans les programmes nationaux aiderait à répondre de façon durable à la hausse de la demande en protéines et à améliorer la sécurité alimentaire des communautés dépendantes des ressources naturelles (Vantomme, 2010). Les mesures employées pourraient prendre la forme d'incitations pour les centres de recherche et de développement ainsi que pour le secteur privé (van Huis *et al.*, 2013). Pour les populations confrontées à des niveaux de pauvreté élevés, les instances gouvernementales pourraient également offrir de l'appui technique et matériel pour la récolte et l'élevage d'insectes, en plus d'inclure cet aliment dans les stratégies nationales de lutte contre la malnutrition (Barennes *et al.*, 2015; van Huis *et al.*, 2013). Par exemple, cet aliment serait davantage valorisé s'il était intégré dans les guides et les recommandations alimentaires promus au niveau national (Halloran *et al.*, 2015). Une plus grande implication des instances gouvernementales pourrait donc faire une différence significative dans la poursuite des efforts de promotion de l'entomophagie.

Conclusion

L'entomophagie fait actuellement l'objet d'un engouement significatif à l'international, surtout depuis la publication du rapport de la FAO sur le sujet en 2013. Cette hausse de popularité, en parallèle avec certains enjeux spécifiques aux insectes comestibles et les menaces globales, met en péril le développement durable du secteur. Dans le cadre de cet essai, mon objectif principal fut d'élaborer un outil d'aide à la décision permettant de répondre à cette problématique. Pour ce faire, une première étape a permis de définir l'entomophagie et de décrire l'état actuel de la pratique au niveau international. Ensuite, les enjeux spécifiques au développement durable de la pratique ont été analysés. Les recherches réalisées pour effectuer ces deux étapes ont servi de bases pour l'élaboration de l'outil qui s'en est suivie. Pour terminer, des stratégies de gestion durable des insectes comestibles ont été proposées. L'ensemble de ce travail repose essentiellement sur la consultation d'articles scientifiques et de rapports rédigés par des organisations crédibles.

Comme suggéré par la FAO, l'analyse des enjeux socioéconomiques et environnementaux de l'entomophagie montre que cette pratique a le potentiel de contribuer significativement à renforcer la durabilité des régimes alimentaires à travers le monde. Au niveau environnemental, la consommation d'insectes peut favoriser la protection des espèces exploitées et de leur habitat, le contrôle biologique des espèces nuisibles et le recyclage de la matière organique, en plus de constituer une alternative prometteuse à l'élevage de bétail. Quant aux enjeux socioéconomiques, l'analyse a mis en lumière l'accessibilité avantageuse des insectes comestibles dans les régions tropicales ainsi que l'intérêt de la pratique pour renforcer la sécurité alimentaire et nutritionnelle, les moyens de subsistance et la préservation des connaissances traditionnelles dans les pays à faible statut économique.

L'analyse a toutefois révélé certains enjeux qui menacent l'exploitation durable des insectes comestibles. Sur le plan environnemental, les aspects identifiés comme problématiques concernent la surexploitation et la perturbation des écosystèmes provoquées par la collecte non durable, ainsi que les risques génétiques et les relâchements accidentels associés à l'élevage. Au niveau socioéconomique, les enjeux sont la sécurité des aliments pour la santé humaine, les cadres réglementaires inadéquats, l'influence négative des pays occidentaux et de la globalisation des régimes alimentaires qui ne sont pas axés sur les aliments traditionnels, de même que le bien-être animal et la rentabilité des systèmes d'élevage.

L'analyse des enjeux positifs et négatifs de l'entomophagie démontre la pertinence d'élaborer des outils de gestion favorisant une prise de décision adaptée et en accord avec le concept de développement durable. C'est dans ce contexte que j'ai élaboré une grille d'analyse du développement durable de l'entomophagie à partir de la GADD de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC. J'ai choisi ce modèle pour la crédibilité qu'il a acquise au cours de ses multiples expérimentations dans le cadre d'une variété de PSPP entrepris à travers le monde. L'outil obtenu permet d'évaluer le degré d'adéquation d'un PSPP avec une liste d'objectifs du développement durable prédéterminés. Il s'agit donc d'un guide pour les individus ou les communautés intéressées à identifier les forces et les faiblesses d'un PSPP, à mettre en œuvre des actions pour améliorer les lacunes et à évaluer son évolution dans le temps. De plus, il a été conçu pour pouvoir être utilisé dans plusieurs contextes : de la réalisation de projets communautaires localisés au développement de stratégies nationales, au sein de populations pour qui l'entomophagie est une pratique traditionnelle à celles pour qui elle est tout à fait nouvelle.

De la même manière que la GADD, l'outil d'aide à la décision que je propose s'organise dans un document Excel à travers une suite d'onglets devant être lus et complétés par les utilisateurs. Ces onglets incluent les explications nécessaires à la compréhension de l'ensemble des étapes à réaliser pour évaluer un PSPP. Comme la GADD, ils comprennent aussi six tableaux associés aux six dimensions du DD telles que définies par la Chaire en Éco-conseil : sociale, écologique, culturelle, éthique et gouvernance. Chacun de ceux-ci contient une liste d'objectifs que j'ai conservés en fonction de leur importance potentielle dans un PSPP associé à l'entomophagie. Cette étape constitue le cœur de l'évaluation ainsi que la modification la plus importante apportée à la GADD. Les résultats qui découlent de l'analyse des objectifs sont ensuite automatiquement convertis en tableaux récapitulatifs et en figures de type diagramme radar, ce qui permet de visualiser et de comparer la performance des dimensions et des objectifs regroupés sous forme de thèmes. Afin de donner suite à l'évaluation, une analyse des pistes de bonification est finalement suggérée pour les objectifs considérés comme prioritaires. L'outil proposé se structure de la même manière que la GADD, tout en étant adapté au domaine de l'entomophagie.

Pour compléter le tout, cinq stratégies de gestion durable des insectes comestibles ont été identifiées. Celles-ci permettent de répondre aux principaux enjeux associés à l'entomophagie et de guider les futurs utilisateurs de l'outil vers l'amélioration d'un PSPP ou toute personne intéressée à favoriser l'utilisation durable des insectes comestibles dans sa communauté.

Liste des références

- Abbasi, T., Abbasi, T. & Abbasi, S. A. (2016). Reducing the global environmental impact of livestock production: the minilivestock option. *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, p. 1754-1766. <http://dx.Doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.094> (Page consultée le 2 mars 2017)
- Adamo, S. A. (2016). Do insects feel pain? A question at the intersection of animal behaviour, philosophy and robotics. *Animal Behaviour*, vol. 118, p. 75-79. <http://dx.Doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.05.005> (Page consultée le 17 mars 2017)
- Agbidiye, F.S. *et al.* (2009). Marketability and nutritional qualities of some edible forest insects in Benue State, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 8, p. 917-922.
- Agarwal, B. (2000). Conceptualising environmental collective action: why gender matters. *Cambridge journal of economics*, vol. 24, no 3, p. 283–310.
- Agarwal, B. (2009). Gender and forest conservation: The impact of women's participation in community forest governance. *Ecological Economics*, vol. 68, no 11, p. 2785-2799. DOI:10.1016/j.ecolecon.2009.04.025 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Agrawal, A. & Gibson, C. C. (1999). Enchantment and Disenchantment: The Role of Community in Natural Resource Conservation. *World Development*, vol. 27, no 6, p. 629-649.
- Akpalu, W., Muchapondwa, E. & Zikhali, P. (2009). Can the restrictive harvest period policy conserve mopane worms in southern Africa? A Bioeconomic modelling approach. *Environment and Development Economics*, vol. 14, p. 587-600. DOI:10.1017/S1355770X0900518X (Page consultée le 21 avril 2017)
- Alemu, M. H., Olsen, S. B., Vedel, S. E., Pambo, K. O. et Owino, V. O. (2017). Combining product attributes with recommendation and shopping location attributes to assess consumer preferences for insect-based food products. *Food Quality and Preference*, 55, 45-57. DOI:10.1016/j.foodqual.2016.08.009 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Anyu, M. I. & Ayuk, A. A. (2011). Genetic Diversity and Climate Change: Implications for Animal Production Systems in Africa. *Asian Journal of Agricultural Research*, vol. 4, no 4, p. 217-222. DOI : 10.3923/ajar.2011.217.222 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Arancon, R. A. D., Lin, C. S. K., Chan, K. M., Kwan, T. H. et Luque, R. (2013). Advances on waste valorization: new horizons for a more sustainable society. *Energy Science & Engineering*, 1(2), 53-71. DOI:10.1002/ese3.9 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Armitage, D. (2005). Adaptive Capacity and Community-Based Natural Resource Management. *Environmental Management*, vol. 35, no 6, p. 703-715. DOI : 10.1007/s00267-004-0076-z (Page consultée le 27 avril 2017)
- Ashby J & Lilja N. (2004). *Participatory research: does it work? Evidence from participatory plant breeding*. Brisbane, Australie, International Center for Tropical Agriculture (CIAT); The Rural Innovation

- Institute; CGIAR Systemwide Program on Participatory Research and Gender Analysis, 16 p. http://agronomyaustraliaproceedings.org/images/sampled/2004/symposia/4/1/1589_ashbyj.pdf (Page consultée le 2 mai 2017)
- Ayieko, M. A., Obonyo, G.O., Odhiambo, J.A., Ogwen, P.L., Achacha, J. & Anyango, J. (2011). Constructing and using a light trap harvester: rural technology for mass collection of agoro termites (*Macrotermes subhyllanus*). *Research Journal of Applied Sciences*, vol. 3, no 2, p. 105–109.
- Banjo, A. D., Lawal, O. A. et Songonuga, E. A. (2006). The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, vol. 5, no 3, p. 298–301.
- Barennes, H., Phimmassane, M. et Rajaonarivo, C. (2015). Insect Consumption to Address Undernutrition, a National Survey on the Prevalence of Insect Consumption among Adults and Vendors in Laos. *PLOS ONE*, vol. 10, no 8. DOI:10.1371/journal.pone.0136458 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C., Ricci, A. & Paoletti, M. G. (2015). Edible insects: a food security solution or a food safety concern? *Animal Frontiers*, vol. 5, no 2, p. 25-30. DOI: 10.2527/af.2015-0016 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Benjamin, A. E. (2010). Women in community forestry organizations: An empirical study in Thailand. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 25, no 9, p. 62-68. DOI:10.1080/02827581.2010.506974 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Blum, M. S. (1994). The Limits of Entomophagy: A Discretionary Gourmand in a World of Toxic Insects. THE FOOD INSECTS NEWSLETTER, vol. 7, no 1, p. 2-12. <https://pdfs.semanticscholar.org/9fdb/2ff883e0226e78bbca2f01f759f990ea82f6.pdf> (Page consultée le 2 mars 2017)
- Boggia, A. & Cortina, C. (2010). Measuring sustainable development using a multi-criteria model: A case study. *Journal of Environmental Management*, vol. 91, p. 2301-2301. DOI:10.1016/j.jenvman.2010.06.009 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Bouvier, G. (1945). Quelques questions d'entomologie vétérinaire et lutte contre certains arthropodes en Afrique tropicale. *Acta Trop*, vol. 2, p. 42–59.
- Cabrera, P et al. (2015). Des élevages d'insectes comestibles en ville? *Antennae, Bulletin de la Société d'entomologie du Québec*, vol. 23, no 1, p. 3-6.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2007). *Biologie, 3e édition*. Québec, ERPI, 1334 p.
- Caparros Megido, R., Gierts, C., Blecker, C., Brostaux, Y., Haubruge, É., Alabi, T. et Francis, F. (2016). Consumer acceptance of insect-based alternative meat products in Western countries. *Food Quality and Preference*, 52, 237-243. DOI:10.1016/j.foodqual.2016.05.004 (Page consultée le 2 mars 2017)

- Cerritos, R. et Cano-Santana, Z. (2008). Harvesting grasshoppers *Sphenarium purpurascens* in Mexico for human consumption: A comparison with insecticidal control for managing pest outbreaks. *Crop Protection*, vol. 27, no 3-5, 473-480. DOI:10.1016/j.cropro.2007.08.001
- Cerritos, R. (2009). Insects as food: an ecological, social and economical approach. *CAB Reviews : Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, vol. 4, no 27, p. 1–10.
- Choo, J. (2008). Potential ecological implications of human entomophagy by subsistence groups of the Neotropics. *Terrestrial Arthropod Reviews*, vol. 1, no 1, 81-93. DOI:10.1163/187498308X345442 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Cicatiello, C. *et al.* (2016). Consumer approach to insects as food: barriers and potential for consumption in Italy. *British Food Journal*, vol. 118, no 9, p. 2271-2286.
- Collavo, A. *et al.* (2005). House cricket small-scale farming. In M. G. Paoletti, ed., *Ecological Implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*, p. 519-544. New Hampshire, Science Publishers.
- Comité21 Québec (2017a). Contexte. In Comité21 Québec, *Comité21 Québec*. <http://www.comite21quebec.org/a-propos/contexte/> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Comité21 Québec (2017b). Dimensions RSO-DD – Les six dimensions du développement durable. In Comité21 Québec, *Comité21 Québec*. <http://www.comite21quebec.org/communauteship/dimensions-rso-dd/> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Conner, A. J., Glare, T. R. et Nap, J.-P. (2003). The release of genetically modified crops into the environment. *The Plant Journal*, vol. 33, no 1, 19–46.
- Constantino, P. A. L. *et al.* (2012). Empowering Local People through Community-based Resource Monitoring: a Comparaison of Brazil and Namibia. *Ecology and Society*, vol. 17, no 4, p. 22. <http://dx.Doi.org/10.5751/ES-05164-170422> (Page consultée le 27 avril 2017)
- Cooney, R. (2004). *The Precautionary Principle in Biodiversity Conservation and Natural Resource Management: an issues paper for policy-makers, researchers and practitioners*. United Kingdom, IUCN Publications Services Unit, 51 p.
- Danielsen, F, Burgess, N. D. & Balmford, A. (2005). Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodiversity and Conservation*, vol. 14, p. 2507-2542. DOI 10.1007/s10531-005-8375-0 (Page consultée le 27 avril 2017)
- DeFoliart, G. (1991). Insect fatty acids: Similar to those of poultry and fish in their degree of unsaturation, but higher in the polyunsaturates. *The Food Insects Newsletter*, vol. 4, p. 1–4.
- DeFoliart, G. (1992). Insects as human food. *Crop Protection*, vol. 11, p. 395–399.

- Defoliart, G. R. (1995). Edible insects as minilivestock. *Biodiversity and Conservation*, vol. 4, no 3, 306–321.
- DeFoliart, G. R. (1997). An overview of the role of edible insects in preserving biodiversity. *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 36, no 2-4, 109-132. DOI:10.1080/03670244.1997.9991510 (Page consultée le 2 mars 2017)
- DeFoliart, G. R. (1999). Insects as food: Why the Western Attitude is Important. *Annual Reviews Entomol.*, vol. 44, p. 21-50.
- Deroy, O., Reade, B. et Spence, C. (2015). The insectivore's dilemma, and how to take the West out of it. *Food Quality and Preference*, vol. 44, p. 44-55. DOI:10.1016/j.foodqual.2015.02.007 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Diaz-Balteiro, L. & Romero, C. (2008). Making forestry decisions with multiple criteria: A review and as assessment. *Forest Ecology and Management*, vol. 255, p. 3222-3241. DOI:10.1016/j.foreco.2008.01.038 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Diaz-Balteiro, L. et al. (2017). Measuring systems sustainability with multi-criteria methods: A critical review. *European Journal of Operational Research*, vol. 258, p. 607-616. <http://dx.Doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.075> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- D'Silva J, & Webster J. (2010). *The meat crisis: developing more sustainable production and consumption*. London, Earthscan, 328 p.
- Dzerefos, C. M., Witkowski, E. T. F. & Toms, R. (2014). Use of the Stinkbug, *Encosternum delegorguei* (Hemiptera, Tesseratomidae), for Food and Income in South Africa. *Society & Natural Resources*, vol. 27, no 8, p. 882 897. DOI:10.1080/08941920.2014.915368 (Page consultée le 25 avril 2017)
- EFSA Scientific Committee (2015). Risk profile related to the production and consumption of insects as food and feed. *EFSA Journal*, vol. 13, no 10. DOI:10.2903/j.efsa.2015.4257 (Page consultée le 16 février 2017)
- Eilenberg, J., Vlak, J. M., Nielsen-LeRoux, C., Cappellozza, S. et Jensen, A. B. (2015). Diseases in insects produced for food and feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, vol. 1, no. 2, p. 87-102. DOI:10.3920/JIFF2014.0022 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Eisemann, C.H., Jorgensen W.K., Merritt, D.J, Rice, M.J., Cribb, B.W, Webb, P.D. & Zalucki, M.P. 1984. Do insects feel pain? A biological view. *Experientia*, vol. 40, p. 164–167.
- Elias, M., Jalonen, R., Fernandez, M. & Grosse, A. (2017). Gender-responsive participatory research for social learning and sustainable forest management. *Forests, Trees and Livelihoods*, vol. 26, no 1, p. 1-12. DOI:10.1080/14728028.2016.1247753 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Erens, J., Es van, S., Haverkort, F., Kapsomenou, E. & Luijben, A. (2012). *A bug's life : large-scale insect rearing in relation to animal welfare: Project 1052*. Wageningen, Wageningen University, 58 p.

- Esrey, S. A. (2000). Towards a recycling society: ecological sanitation-closing the loop to food security. *Water Science and Technology*, vol. 43, no 4, p. 177–187.
- FAO (2001). *Conflits et gestion des ressources naturelles*. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 22 p.
- FAO (2004). The future of agriculture depends on biodiversity. In Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *FAONewsroom*. <http://www.fao.org/newsroom/en/focus/2004/51102/index.html> (Page consultée le 27 février 2017)
- FAO (2008). Erosion of plant genetic diversity. In Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *FAONewsroom*. http://www.fao.org/newsroom/en/focus/2004/51102/article_51107en.html (Page consultée le 27 février 2017)
- FAO (2009). 2050 : 2,3 milliards de bouches de plus à nourrir. In Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *FAO*. <http://www.fao.org/news/story/fr/item/35656/icode/> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- FAO (2011). *La pratique de la gestion durable des terres : Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne*. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 243 p. <http://www.fao.org/3/a-i1861f/index.html> (Page consultée le 24 avril 2017)
- FAO (2016). *FAO/INFOODS Food Composition Database for Biodiversity Version 3.0 – BioFoodComp3.0*. Rome, FAO, 35 p.
- FAO (2017). À propos d'INFOODS. In Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture*, <http://www.fao.org/infoods/infoods/fr/> (Page consultée le 28 mars 2017)
- Fellows, P. (2014). Insect products for high-value western markets. *Food Chain*, vol. 4, p. 119-128. DOI: 10.3362/2046-1887.2014.012
- Feillet, P. (2013). Mangerons-nous tous des insectes en 2050? Seconde partie. *Insectes*, vol. 3, no 170, p. 21-26.
- Finke, M. D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, vol. 21, p. 269–285.
- Finke, M. D. (2013). Complete Nutrient Content of Four Species of Feeder Insects: Nutrient Content of Feeder Insects. *Zoo Biology*, 32(1), 27-36. DOI:10.1002/zoo.21012 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Fitzpatrick, J. L., Akbarashandiz, H., Sakhrani, D., Biagi, C. A., Pitcher, T. E. et Devlin, R. H. (2011). Cultured growth hormone transgenic salmon are reproductively out-competed by wild-reared salmon in semi-natural mating arenas. *Aquaculture*, vol. 312, no 1-4, 185-191. DOI:10.1016/j.aquaculture.2010.11.044 (Page consultée le 2 mars 2017)

- Foley, J. A. et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, vol. 478, p. 337-342. DOI:10.1038/nature10452 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Fonjong, L. N. (2008). Gender Roles and practices in natural resource management in the North West Province of Cameroon. *Local Environment*, vol. 13, no 5, p. 461-475. DOI:10.1080/13549830701809809 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz & R. Van Dorland (2007). Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller, *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 131-234). New-York, États-Unis, Cambridge University Press.
- Garcia, C. A. & Lescuyer, G. (2007). Monitoring, indicators and community based forest management in the tropics: pretexts or red herring? *Biodivers Conserv*, vol. 17, p. 1303-1317. DOI 10.1007/s10531-008-9347-y (Page consultée le 27 avril 2017)
- Gerber, P. J. et al. (2013). *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 139 p.
- Ghazoul J. (2006). *Mopani woodlands and the mopane worm: enhancing rural livelihoods and resource sustainability, Final Technical Report*. London, DFID, 119 p.
- Gomati, V., Ramasamy, K., Kumar, K., Sivaramaiah, N. et Mula, R. V. (2011). Green house gas emissions from termite ecosystem. *African Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 5, no 2, p. 56–64.
- Grace Tan, H. S. et al. (2015). Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. *Food Quality and Preference*, vol. 42, p. 78-89. [http://dx.Doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.01.013](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.01.013) (Page consultée le 3 mars 2017)
- Gruber, J. S. (2010). Key Principles of Community-Based Natural Resource Management: A Synthesis and Interpretation of Identified Effective Approaches for Managing the Commons. *Environmental Management*, vol. 45, p. 52-66. DOI:10.1007/s00267-008-9235-y (Page consultée le 27 avril 2017)
- Gustavsson, J., Cederberg, C. et Sonesson, U. (2011). *Global food losses and food waste: extent, causes and prevention ; study conducted for the International Congress Save Food! at Interpack 2011, [16 - 17 May], Düsseldorf, Germany*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Halloran, A. & Münke, C. (2014). Discussion paper : Regulatory frameworks influencing insects as food and feed. Preliminary draft (12-05-2014), 39 p.

- Halloran, Afton, Muenke, C., Vantomme, P. et van Huis, A. (2014). Insects in the human food chain: global status and opportunities. (P. Fellows, Dir.) *Food Chain*, vol. 4, no 2, p. 103-118. DOI:10.3362/2046-1887.2014.011 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Halloran, A., Vantomme, P., Hanboonsong, Y. et Ekesi, S. (2015). Regulating edible insects: the challenge of addressing food security, nature conservation, and the erosion of traditional food culture. *Food Security*, vol. 7, no 3, p. 739-746. DOI:10.1007/s12571-015-0463-8 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Halloran, A., Roos, N., Eilenberg, J. & Cerutti, A. (2016a). Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 36, no 57. DOI 10.1007/s13593-016-0392-8 (Page consultée le 2 février 2017)
- Halloran, A., Roos, N. et Hanboonsong, Y. (2016b). Cricket farming as a livelihood strategy in Thailand. *The Geographical Journal*, vol. 183, no 1, 112-124. DOI:10.1111/geoj.12184 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Hamerman, E. J. (2016). Cooking and disgust sensitivity influence preference for attending insect-based food events. *Appetite*, vol. 96, p. 319-326. DOI:10.1016/j.appet.2015.09.029 (Page consultée le 3 mai 2017)
- Handley, M. A., Hall, C., Sanford, E., Diaz, E., Gonzalez-Mendez, E., Drace, K., Wilson, R., et al. (2007). Globalization, binational communities, and imported food risks: results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. *American journal of public health*, vol. 97, no 5, p. 900–906.
- Holden, S. (1991). Edible Caterpillars : A Potential Agroforestry Resource? They are appreciated by local people, neglected by scientists. *The Food Insects Newsletter*, vol. 4, no 2, p. 3-10.
- Horrigan, L., Lawrence, R. S. & Walker, P. (2002). How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture. *Environmental Health Perspectives*, vol. 110, no 5, p. 445-456.
- Howard P. I. (2003). Chapter 1 – Women and the plant world : an exploration. In : Howard PI, *Women and plants: gender relations in biodiversity management and conservation* (p. 1–47). Londre: Zed Books.
- Hull, Z. (2008). Sustainable Development: Premises, Understanding and Prospects. *Sustainable Development*, vol. 16, p. 73-80. DOI : 10.1002/sd.337 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Icipe (2016a). Mission and Vision. In International Centre of Insect Physiology and Ecology (icipe), http://www.icipe.org/about/mission_and_vision (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Icipe (2016b). Insects for food and feed. In International Centre of Insect Physiology and Ecology (icipe), <http://www.icipe.org/research/plant-health/insects-food-and-feed> (Page consultée le 2 mars 2017)

- Illgner, P. & Nel, E. (2000). The Geography of Edible Insects in Sub-Saharan Africa: a study of the Mopane Caterpillar. *The Geographical Journal*, vol. 166, no 4, p. 336-351.
- ISO (s/d, a). À propos de l'ISO. In ISO (Organisation internationale de normalisation), *ISO*. <http://www.iso.org/iso/fr/home/about.htm> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- ISO (s/d, b). ISO 26000:2010 – Lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale. In ISO (Organisation internationale de normalisation), *ISO*. http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail?csnumber=42546 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- ISO (s/d, c). ISO 26000 – Responsabilité sociétale. In ISO (Organisation internationale de normalisation), *ISO*. <http://www.iso.org/iso/fr/home/standards/iso26000.htm> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Jamali, H., Livesley, S. J., Dawes, T. Z., Cook, G. D., Hutley, L. B. et Arndt, S. K. (2011). Diurnal and seasonal variations in CH₄ flux from termite mounds in tropical savannas of the Northern Territory, Australia. *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 151, no 11, p. 1471-1479. DOI:10.1016/j.agrformet.2010.06.009 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Johnson, N., Lilja, N., Ashby, J. A. et Garcia, J. A. (2004). The practice of participatory research and gender analysis in natural resource management. *Natural Resources Forum*, vol. 28, p. 189–200. <http://onlinelibrary.wiley.com/DOI/10.1111/j.1477-8947.2004.00088.x/full> (Page consultée le 25 avril 2017)
- Johnson, D. V. (2010). The contribution of edible forest insects to human nutrition and to forest management: current status and future potential. In Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, *Forest insects as food: humans bite back ; proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (p. 5-22). Chiang Mai, Thailand. RAP publication.
- Kelemu, S., Niassy, S., Torto, B., Fiaboe, K., Affognon, H., Tonnang, H., Maniania, N. K., et al. (2015). African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security. *Journal of Insects as Food and Feed*, vol. 1, no 2, p. 103-119. DOI:10.3920/JIFF2014.0016 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Kuyten, P. (1960). Darmafsluiting veroorzaakt door het eten van kevers. *Entomologische berichten*, vol. 20, no 8, p.143.
- Larousse (s.d.a). Zoonose. In Larousse, *Dictionnaire de français Larousse*. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/zoonose/83218> (Page consultée le 16 mars 2017)
- Larousse (s.d.b). Stratégie. In Larousse, *Dictionnaire de français Larousse*. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/strat%C3%A9gie/74818> (Page consultée le 4 mai 2017)
- Leduc, G. A. & Raymond, M. (2000). *L'évaluation des impacts environnementaux : Un outil d'aide à la décision*. Québec, Éditions MultiMondes, 427 p.

- Lehtonen, M. (2004). The environmental-social interface of sustainable development: capabilities, social capital, institutions. *Ecological Economics*, vol. 49, p. 199-214. DOI:10.1016/j.ecolecon.2004.03.019 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Leisher, C., Temsah, G., Booker, F., Day, M., Samberg, L., Prosnitz, D., Agarwal, B., et al. (2016). Does the gender composition of forest and fishery management groups affect resource governance and conservation outcomes? A systematic map. *Environmental Evidence*, vol. 5, no 1. DOI:10.1186/s13750-016-0057-8 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Limoges, B., Boisseau, G., Gratton, L. & Kasisi, R. (2013). Terminologie relative à la conservation de la biodiversité in situ. *Le Naturaliste Canadien*, vol. 137, no 2, p. 21-27.
- Longo, S. B. et al. (2016). Sustainability and Environmental Sociology: Putting the Economy in its Place and Moving Toward an Integrative Socio-Ecology. *Sustainability*, vol. 8, no 437. DOI:10.3390/su8050437 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Lensvelt, E. J. S. & Steenbekkers, L. P. A. (2014). Exploring Consumer Acceptance of Entomophagy: A Survey and Experiment in Australia and the Netherlands. *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 53, no 5, p. 543-561. DOI : 10.1080/03670244.2013.879865 (Page consultée le 5 mai 2017)
- Looy H & Wood JR (2006). Attitudes toward invertebrates: Are educational “bug banquets” effective? *The Journal of Environmental Education*, vol. 37, p. 37–48.
- Looy, H., Dunkel, F. V. & Wood, J. R. (2014). How the shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. *Agric Hum Values*, vol. 31, p. 131-141. DOI 10.1007/s10460-013-9450-x (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Lukiwati, D. R. (2010). Teak caterpillars and other edible insects in Java. In Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, *Forest insects as food: humans bite back ; proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (p. 99-104). Chiang Mai, Thailand. RAP publication.
- Lundy M. E. & Parrella M. P. (2015). Crickets are not a free lunch: protein capture from scalable organic side-streams via high-density populations of *Acheta domesticus*. *PLoS ONE*, vol. 10, no 4. DOI:10.1371/journal.pone.0118785 (Page consultée le 17 mars 2017)
- Luthe, T. & von Kutzschenbach, M. (2016). Building Common Ground in Mental Models of Sustainability. *Sustainability : The Journal of Record*, vol. 9, no 5, p. 247-254. DOI 10.1089/sus.2016.29068.tl (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Lymbery P. (2014). *Farmageddon: The true cost of cheap meat*. London, Bloomsbury USA, 448 p.
- Makasi, A. & Govender, K. (2015). Globalization and Sustainable Development: A Conceptual Model. *Medeterranean Journal of Social Sciences*, vol. 6, no 4 S3, p. 341-349. DOI:10.5901/mjss.2015.v6n4s3p341 (Page consultée le 23 janvier 2017)

- McSWEENEY, K. (2005). Indigenous Population Growth in the Lowland Neotropics: Social Science Insights for Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, vol. 19, no 5, p. 1375-1384. DOI:10.1111/j.1523-1739.2005.00194.x
- Mela, D. J. (1999). Food choice and intake: the human factor. *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 58, p. 513-521.
- Mena, S. B. (2000). Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision. *Biotechnol. Agrom. Soc. Environ.*, vol. 4, no 2, p. 83-93.
- Mendoza, G. A. & Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modeling paradigms. *Forest Ecology and Management*, vol. 230, p. 1-22. DOI:10.1016/j.foreco.2006.03.023 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Menozzi, D., Sogari, G., Veneziani, M., Simoni, E. et Mora, C. (2017). Eating novel foods: An application of the Theory of Planned Behaviour to predict the consumption of an insect-based product. *Food Quality and Preference*, vol. 59, p. 27-34. DOI:10.1016/j.foodqual.2017.02.001 (Page consultée le 3 mai 2017)
- Meuwissen P. (2011). *Insecten als nieuwe eiwitbron - Een scenarioverkenning van de marktkansen (insects as a new protein source-an exploration of market opportunities)*. 's-Hertogenbosch, ZLTO projecten.
- Meyer-Rochow, V. B., Nonaka, K. & Boulidam, S. (2008). More Feared than Revered : Insects and their Impact on Human Societies (with some Specific Data on the Importance of Entomophagy in a Laotian Setting). *Entomologie heute*, vol. 20, p. 3-25.
- Miglietta, P., De Leo, F., Ruberti, M. et Massari, S. (2015). Mealworms for Food: A Water Footprint Perspective. *Water*, vol. 7, no 11, 6190-6203. DOI:10.3390/w7116190 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Mignon, J. (2002). L'entomophagie, une question de culture? *Tropicultura*, vol. 20, no 3, p. 151-155.
- Msangi, S. & Rosegrant, M. W. (2011). *Feeding the Future's Changing Diets: Implications for Agriculture Markets, Nutrition, and Policy*. New Delhi, International Food Policy Research Institute (IFPRI), 14 p.
- Muir, W. M. et Howard, R. D. (1999). Possible ecological risks of transgenic organism release when transgenes affect mating success: Sexual selection and the Trojan gene hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 96, no 24, p. 13853-13 856.
- Muller J. G., Boubacar R. & Guimbo I. D. (2015). The 'how' and 'why' of including gender and age in ethnobotanical research and community-based resource management. *Ambio*, vol. 44, p. 67-78.
- Mumford, J. D. (2012). Science, regulation, and precedent for genetically modified insects. *PLoS Negl Trop Dis*, vol. 6, no 1, p. e1504.

- Munthali, S. M. & Mughogo, D. E. C. (1992). Economic incentives for conservation: beekeeping and Saturniidea caterpillar utilization by rural communities. *Biodiversity & Conservation*, vol. 1, no. 3, p. 143-154. DOI:10.1007/BF00695912 (Page consultée le 21 avril 2017)
- Nakagaki B. J. & deFoliart G. R. (1991). Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *J. Econ. Entomol.*, vol. 84, p. 891-96.
- National Research Council, Institute of Medicine, Division on Earth and Life Studies, Food and Nutrition Board, Board on Agriculture and Natural Resources, Board on Life Sciences & Committee on Identifying and Assessing Unintended Effects of Genetically Engineered Foods on Human Health (2004). *Safety of genetically engineered foods: approaches to assessing unintended health effects*. Washington, DC : National Academies Press, 256 p. <https://DOI.org/10.17226/10977> (Page consultée le 2 mars 2017)
- Ness, B. *et al.* (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*, vol. 60, p. 498-508. DOI:10.1016/j.ecolecon.2006.07.023 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Nonaka, K. (2009). Feasting on insects. *Entomological Research*, vol. 39, no 5, 304-312. DOI:10.1111/j.1748-5967.2009.00240.x (Page consultée le 2 mars 2017)
- Nonaka, K. (2010). Cultural and commercial roles of edible wasps in Japan. In Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, *Forest insects as food: humans bite back ; proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (p. 123-130). Chiang Mai, Thailand. RAP publication.
- Notter, D. R. (1999). The Importance of Genetic Diversity in Livestock Populations of the Future. *Journal of Animal Science*, vol. 77, no 1, p. 61-69.
- Nsevolo, P., Taofic, A., Caparros, R., Sablon, L., Haubruge, É. et Francis, F. (2016). La biodiversité entomologique comme source d'aliments à Kinshasa (République démocratique du Congo). *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, vol. 52, no 2, p. 57-64. DOI:10.1080/00379271.2016.1186467 (Page consultée le 25 avril 2017)
- OQLF (2001). Fiche terminologique : Bovin. In Office québécois de la langue française, Le grand dictionnaire terminologique (GDT). http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8366056 (Page consultée le 14 mai 2017)
- OQLF (2002). Fiche terminologique : Enjeu. In Office québécois de la langue française, Le grand dictionnaire terminologique (GDT). http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8362968 (Page consultée le 16 mai 2017)
- OQLF (2003). Fiche terminologique : Autonomisation. In Office québécois de la langue française, Le grand dictionnaire terminologique (GDT). <http://www.gdt.oqlf.gouv.qc.ca/index.aspx> (Page consultée le 16 mars 2017)

- OQLF (2005). Fiche terminologique : Gaz à effet de serre. *In* Office québécois de la langue française, Le grand dictionnaire terminologique (GDT). http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8356147 (Page consultée le 14 mai 2017).
- OQLF (2007). Fiche terminologique : Entrophisation. *In* Office québécois de la langue française, Le grand dictionnaire terminologique (GDT). http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8349362 (Page consultée le 16 mai 2017)
- OQLF (2015). Fiche terminologique : Arthropodes. *In* Office québécois de la langue française, Le grand dictionnaire terminologique (GDT). http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8442117 (Page consultée le 14 mai 2017)
- ONU (1987). *Rapport Brundtland : Notre avenir à tous*. Oslo, Commission mondiale sur l'environnement et le développement durable des Nations Unies, 349 p. http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf (Page consultée le 23 janvier 2017)
- ONU (2015a). Objectifs de développement durable. *In* Organisation des Nations Unies (ONU), *Nations Unies*, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- ONU (2015b). Convention sur la diversité biologique. *In* Organisation des Nations Unies (ONU), *Nations Unies*. <http://www.un.org/fr/events/biodiversityday/convention.shtml> (Page consultée le 24 avril 2017)
- ONU (2016). Outcomes and Frameworks. *In* Department of Economic and Social Affairs of the United Nations, *Sustainable Development Knowledge Platform*. <https://sustainabledevelopment.un.org/frameworks> (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Oonincx, D. G. A. B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. J. A. et van Huis, A. (2010). An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. (I. A. Hansen, Dir.) *PLoS ONE*, vol. 5, no 12, p. e14445. DOI:10.1371/journal.pone.0014445 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Oonincx, D. G. A. B. et de Boer, I. J. M. (2012). Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment. (G. A. Sword, Dir.) *PLoS ONE*, 7(12), e51145. DOI:10.1371/journal.pone.0051145 (Page consultée le 2 mars 2017)
- OSF (2017). Home Page. *In* Orthoptera Species files, *Orthoptera Species Files Online*. <http://orthoptera.speciesfile.org/HomePage/Orthoptera/HomePage.aspx> (Page consultée le 16 mars 2017)
- Pal, P. & Roy, S. (2014). Edible insects: Future of Human food – A Review. *International Letters of Natural Sciences*, vol. 26, p. 1-11. DOI:10.18052/www.scipress.com/ILNS.26.1 (Page consultée le 23 janvier 2017)

- Pascucci, S. & Magistris, T. (2013). Information Bias Condemning Radical Food Innovators? The Case of Insect-Based Products in the Netherlands. *International Food and Agribusiness Management Review*, vol. 16, no 3, 16 p.
- Pener, M. P. (2014). Allergy to Locusts and Acridid Grasshoppers: a Review. *Journal of Orthoptera Research*, vol. 23, no 1, 59-67. DOI:10.1665/034.023.0105 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Phillips, T. (2008). Genetically Modified Organisms (GMOs): Transgenic Crops and Recombinant DNA Technology. *Nature Education*, vol. 1, no 1, 6 p.
- Phuthego, T. C. & Chanda, R. (2004). Traditional ecological knowledge and community-based natural resource management: lessons from a Botswana wildlife management area. *Applied geography*, vol. 24, p. 57-76. DOI:10.1016/j.apgeog.2003.10.001 (Page consultée le 27 avril 2017)
- Pingali, P. (2006). Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: Implications for research and policy. *Food Policy*, vol. 32, p. 281-298. DOI:10.1016/j.foodpol.2006.08.001 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Poma, G., Cuykx, M., Amato, E., Calaprice, C., Focant, J. F. & Covaci, A. (2017). Evaluation of hazardous chemicals in edible insects and insect-based food intended for human consumption. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 100, p. 70-79. DOI:10.1016/j.fct.2016.12.006 (Page consultée le 20 mai 2017)
- Ponzetta, M. T. et Paoletti, M. G. (1997). Insects as food of the Irian Jaya populations. *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 36, no 2-4, p. 321-346. DOI:10.1080/03670244.1997.9991522 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Popkin, B. M. (1999). Urbanization, lifestyle changes and the nutrition transition. *World development*, vol. 27, no 11, p. 1905–1916.
- Prado, E. E. *et al.* (2012). Traditional use of three edible insects in coffee agroecosystems in the state of Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 15, no. 2, p. 101-109.
- Raloff, J. (2008). Insects (the original white meat). *Science News*, vol. 173, no 18, p. 17-21. DOI : 10.1002/scin.2008.5591731816 (Page consultée le 9 février 2017)
- Ramakrishnan, P. S. (2001). Increasing population and declining biological resources in the context of global change and globalization. *Journal of biosciences*, vol. 26, no 4, p. 465–479.
- Ramoroka, T. (2014). South Africa's Application of the Gender Mainstreaming Strategy within the Water Resources Management of Rural Areas: Challenges and Limitations. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, vol. 5, no 20, p. 2517-2526. DOI:10.5901/mjss.2014.v5n20p2517 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Ramos-Elorduy, J., & Paoletti, M. G. (2005). Insects: a hopeful food source. In M. G. Paoletti, *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails* (p. 263-291). New Hampshire, Science publishers.

- Ramos-Elorduy, B. J. (1997). The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 36, no 5, p. 347-366. DOI:10.1080/03670244.1997.9991524 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Ramos-Elorduy, J. (2008). Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance. *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 47, no 3, p. 280-297. DOI:10.1080/03670240701805074 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Ramos-Elorduy, J. (2009). Anthro-po-entomophagy : Cultures, evolution and sustainability. *Entomological Research*, vol. 39, no 5, p. 271-288. DOI:10.1111/j.1748-5967.2009.00238.x (Page consultée le 2 mars 2017)
- Regmi, A. & Dyck, J. (2001). Effects of urbanization on global food demand. In : Regmi, A. (Ed.), *Changing Structures of Global Food Consumption and Trade*. ERS WRS 01-1. Economic Research Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- Richmond, L., Middleton, B. R., Gilmer, R., Grossman, Z., Janis, T., Lucero, S., Morgan, T., et al. (2013). Indigenous Studies Speaks to Environmental Management. *Environmental Management*, vol. 52, no 5, p. 1041-1045. DOI:10.1007/s00267-013-0173-y (Page consultée le 2 mars 2017)
- Rovillé, M. (s.d.). Quelques définitions supplémentaires – Biodiversité : des gènes, des espèces et des écosystèmes. In Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Dossiers scientifiques sagasciences : Biodiversité!. http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapA&zoom_id=zoom_a1_1 (Page consultée le 19 mai 2017)
- Rumpold, B. A. et Schlüter, O. K. (2013). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 17, p. 1-11. DOI:10.1016/j.ifset.2012.11.005 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Saeed, T., Dagga, F.A. & Saraf, M. (1993). Analysis of residual pesticides present in edible locusts captured in Kuwait. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, vol. 11, no 1, p. 1-5.
- Samways, M. J. (2007). Insect Conservation: A Synthetic Management Approach. *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 52, p. 465-487. DOI:10.1146/annurev.ento.52.110405.091317 (Page consultée le 21 avril 2017)
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2000). *Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques relatif à la Convention sur la diversité biologique : texte et annexes*. Montréal, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 19 p.
- Schabel, H. G. (2010). Forests insects as food: a global review. In Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, *Forest insects as food: humans bite back ; proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (p. 37-64). Chiang Mai, Thailand. RAP publication.

- Shantibala, T., Lokeshwari, R. K. et Debaraj, H. (2014). Nutritional and antinutritional composition of the five species of aquatic edible insects consumed in Manipur, India. *Journal of insect science*, vol. 14, p. 1–10.
- Shelomi, M. (2015). Why we still don't eat insects: Assessing entomophagy promotion through a diffusion of innovations framework. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 45, no 2, p. 311-318. DOI:10.1016/j.tifs.2015.06.008 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Shelomi, M. (2016). The meat of affliction: Insects and the future of food as seen in Expo 2015. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 56, p. 175-179. DOI:10.1016/j.tifs.2016.08.004 (Page consultée le 3 mai 2017)
- Shrestha, J. N. B. (2005). Conserving domestic animal diversity among composite populations. *Small Ruminant Research*, vol. 56, no 1-3, p. 3-20. DOI:10.1016/j.smallrumres.2004.06.014 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Smil V. (2002a). Eating meat: evolution, patterns, and consequences. *Popul. Dev. Rev.*, vol. 28, p. 599–639.
- Smil V. (2002b). Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme Microb. Technol.*, vol. 30, p. 305–11.
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 131-217). Cambridge, Cambridge University Press.
- Srivastava, S. K. et al. (2009). Traditional insect bioprospecting – As human food and medicine. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, vol. 8, p. 485–494.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. & de Haan, C. (2006). Livestock's long shadow: environmental issues and options. Rome, FAO, 26 p. <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM> (Page consultée le 15 mars 2017)
- Stevens, C. (2006). *Mesurer le développement durable*. Paris, Direction des statistiques de l'OCDE, 8 p. <https://www.oecd.org/fr/std/36328924.pdf> (Page consultée le 13 avril 2017)
- Surendra, K. C., Olivier, R., Tomberlin, J. K., Jha, R. et Khanal, S. K. (2016). Bioconversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming. *Renewable Energy*, vol. 98, p. 197-202. DOI:10.1016/j.renene.2016.03.022
- Termium plus (2009). Fiche 1 : Bétail. In Banque de données terminologiques et linguistiques du gouvernement du Canada, *Termium plus*. http://www.btb.termiumplus.gc.ca/tpv2alpha/alpha-fra.html?lang=fra&i=1&srchtxt=b%C3%A9tail&index=frt&codom2nd_wet=1#resultrecs (Page consultée le 14 mai 2017)
- Termium plus (2011). Fiche 1 : Déchet organique. In Banque de données terminologiques et linguistiques du gouvernement du Canada, *Termium plus*.

http://www.btb.termiumpius.gc.ca/tpv2alpha/alpha-fra.html?lang=fra&i=1&srchtxt=DECHET+ORGANIQUE&index=frt&codom2nd_wet=1#resultrecs
(Page consultée le 15 mai 2017)

Termium plus (2012). Fiche 1 : Opérationnaliser. In Banque de données terminologiques et linguistiques du gouvernement du Canada, *Termium plus*.
http://www.btb.termiumpius.gc.ca/tpv2alpha/alpha-fra.html?lang=fra&i=1&srchtxt=OPERATIONNALISER&index=frt&codom2nd_wet=1#resultrecs
(Page consultée le 14 mai 2017)

Thatcher, A. (2015). *HFSD definition working paper 19 08 2013*. Research Gate Project, University of Witwatersrand, Johannesburg, South Africa, 20 p. <https://www.researchgate.net/publication/273965629> (Page consultée le 23 janvier 2017)

Tilman, D. & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, vol. 515, p. 518-522. DOI:10.1038/nature13959 (Page consultée le 23 janvier 2017)

van Huis, A. (2003). Insects as Food in sub-Saharan Africa. *International Journal of Tropical Insect Science*, vol. 23, no 03, p. 163-185. DOI:10.1017/S1742758400023572 (Page consultée le 2 mars 2017)

van Huis, A. (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review of Entomology*, vol. 58, no 1, p. 563-583. DOI:10.1146/annurev-ento-120811-153704 (Page consultée le 2 mars 2017)

van Huis, A. *et al.* (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), 201 p.

van Huis, A. (2015). Edible insects contributing to food security? *Agriculture & Food Security*, vol. 4, no 20, 9 p. DOI 10.1186/s40066-015-0041-5 (Page consultée le 23 janvier 2017)

van Itterbeck, J. & van Huis, A. (2012). Environmental manipulation for edible insect procurement: a historical perspective. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, vol. 8, no 3, <http://www.ethnobiomed.com/content/8/1/3> (Page consultée le 23 janvier 2017)

Vantomme, P., Göhler, D. et N'Deckere-Ziangba, F. (2004). Contribution of forest insects to food security and forest conservation: the example of caterpillars in Central Africa. *ODI wildlife policy briefing*, vol. 3, p. 1-4.

Vantomme, P. (2010). Edible forest insects: an overlooked protein supply. *Unasylva*, vol. 61, p. 19-21.

Vega, F. & Kaya, H. (2012). *Insect Pathology, 2e édition*. London, Academic Press, 490 p.

Verbeke, W., Sprangers, T., De Clercq, P., De Smet, S., Sas, B. et Eeckhout, M. (2015). Insects in animal feed: Acceptance and its determinants among farmers, agriculture sector stakeholders and citizens. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 204, p. 72-87. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2015.04.001 (Page consultée le 2 mars 2017)

- Villeneuve, C. & Riffon, O. (2011). *Comment réaliser une analyse de développement durable? Guide d'utilisation de la grille d'analyse de la Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil*. Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, 33 p.
- Villeneuve, C. et al. (2009). *Une grille d'analyse pour le développement durable*. Paris, Les éditions des Récollets – L'encyclopédie du développement durable, 8 p.
- Villeneuve, C. (2014). *Rapport annuel 2014*. Chicoutimi, Chaire en Éco-conseil, Université du Québec à Chicoutimi, 32 p.
- Villeneuve, C., Riffon, O. & Tremblay, D (2016a). *Comment réaliser une analyse de développement durable? Guide d'utilisation de la Grille d'analyse de développement durable*. Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, 137 p.
- Villeneuve, C., Riffon, O. & Tremblay, D. (2016b). *Comment réaliser une analyse de développement durable? Grille d'analyse de développement durable (GADD) de la Chaire en éco-conseil*. Département des sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi, en partenariat avec l'OIF/IFDD.
- Wallis, A. M. et al. (2011). Significance of environment in the assessment of sustainable development: The case for south west Victoria. *Ecological Economics*, vol. 70, p. 595-605. DOI:10.1016/j.ecolecon.2010.11.010 (Page consultée le 23 janvier 2017)
- Wansink, B. (2002). Changing eating habits on the home front: lost lessons from World War II research. *Journal of Public Policy & Marketing*, vol. 21, p. 90-99.
- Westermann, O., Ashby, J. & Pretty, J. (2005). Gender and social capital: The importance of gender differences for the maturity and effectiveness of natural resource management groups. *World Development*, vol. 33, no 11, p. 1783-1799. DOI:10.1016/j.worlddev.2005.04.018 (Page consultée le 25 avril 2017)
- Xiaoming, C., Ying, F. & Hong, Z. (2010). Review of the nutritive value of edible insects. In Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, *Forest insects as food: humans bite back ; proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (p. 85-92). Chiang Mai, Thailand. RAP publication.
- Yáñez, L., Ortiz, D., Calderón, J., Batres, L., Carrizales, L., Mejía, J., Martínez, L., García-Nieto, E., et al. (2002). Overview of human health and chemical mixtures: problems facing developing countries. *Environmental Health Perspectives*, vol. 110, no 6, p. 901.
- Yen, A. L. (2009a). Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomological Research*, vol. 39, no 5, p. 289-298. DOI:10.1111/j.1748-5967.2009.00239.x
- Yen, A. L. (2009b). Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion. *J Insect Conserv*, vol. 13, p. 667-670. DOI 10.1007/s10841-008-9208-8 (Page consultée le 2 mai 2017)

- Yen, A. L. (2010). Edible insects and other invertebrates in Australia : future prospects. *In* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, *Forest insects as food: humans bite back ; proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (p. 65-84). Chiang Mai, Thailand. RAP publication.
- Yen, A. L. (2012). Edible insects and management of country. *Ecological Management & Restoration*, vol. 13, no 1, p. 97-99.
- Yen, A.L. (2015). Insects as food and feed in the Asia Pacific region: current perspectives and future directions. *Journal of Insects as Food and Feed*, vol. 1, no 1, p. 33-55. DOI:10.3920/JIFF2014.0017 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Yhoung-Aree, J., Puwastien, P. & Attig, G. A. (1997). Edible insects in Thailand: An unconventional protein source? *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 36, no 2-4, p. 133-149. DOI:10.1080/03670244.1997.9991511 (Page consultée le 2 mars 2017)
- Yhoung-Aree, J. (2010). Edible insects in Thailand: nutritional values and health concerns. *In* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, *Forest insects as food: humans bite back ; proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (p. 201-216). Chiang Mai, Thailand. RAP publication.
- Zanetell, B. A. & Knuth, B. A. (2004). Participation Rhetoric or Community-Based Management Reality? Influences on Willingness to Participate in a Venezuelan Freshwater Fishery. *World Development*, vol. 32, no 5, p. 793-807. DOI:10.1016/j.worlddev.2004.01.002 (Page consultée le 27 avril 2017)

Annexe 1

Fiche d'explication des équations utilisées pour calculer les résultats pour chaque dimension et thème de la GADD

Détails du calcul des résultats globaux (dimensions et thèmes)

La note de chaque objectif est obtenue en multipliant la valeur de l'évaluation par la valeur de la pondération. Ensuite, il faut multiplier la pondération par 100 pour connaître la note maximale qu'aurait pu obtenir l'objectif pour obtenir une valeur relative.

Par exemple, si l'on a pondéré un objectif à 2, et qu'il a été évalué à 40 %, la note obtenue sera de 80 (c.-à-d. $2 * 40$) sur une note maximale de 200 (c.-à-d. $2 * 100$), pour une note de 80/200. Il suffit ensuite de répéter ce calcul pour chaque objectif.

Exemples

- Un objectif pondéré 1 qui aurait une évaluation de 40 aura une note de 40 sur une possibilité de 100
- Un objectif pondéré 2 qui aurait une évaluation de 70 aura une note de 140 sur une possibilité de 200
- Un objectif pondéré 3 qui aurait une évaluation de 20 aura une note de 60 sur une possibilité de 300

Le résultat global d'une dimension (ou d'un thème) est la moyenne pondérée des notes de l'ensemble des objectifs de cette dimension (ou thème).

Pour obtenir la moyenne pondérée, le logiciel fait la somme des notes de tous les objectifs, divisée par la somme des maximums pouvant être atteints pour tous les objectifs.

En prenant pour exemple les trois objectifs de l'encadré précédent, nous obtenons

Une note globale de 240 ($40+140+60$)

Sur un maximum possible de 600 ($100+200+300$)

Ce qui donne un résultat (moyenne pondérée) de 40 % ($240/600$)

C'est de cette façon que sont calculés les résultats globaux des 6 dimensions du développement durable, ainsi que les résultats des 35 thèmes. Ces résultats sont par la suite illustrés par le pentagone, l'indice de gouvernance et les six diagrammes radars.

Annexe 2

Tableaux des objectifs retenus et éliminés lors de l'adaptation de la GADD de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC

| Dimension Sociale | |
|-------------------|--|
| 1 | Lutte contre la pauvreté |
| 1.1 | Mettre en place des actions soutenant les plus démunis et les plus vulnérables à l'intérieur des communautés locales |
| 1.2 | Mettre en place des actions soutenant les plus démunis et les plus vulnérables au niveau national |
| 1.3 | Contribuer aux actions visant à réduire la pauvreté au niveau supranational |
| 2 | Eau |
| 2.1 | Assurer un approvisionnement en eau potable à tous |
| 2.2 | Assurer la qualité adéquate pour l'approvisionnement en eau selon les usages |
| 2.3 | Assurer l'accès à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats |
| 2.4 | Renforcer la participation de la population à la maîtrise de l'eau et à l'amélioration de la gestion de l'eau |
| 3 | Alimentation |
| 3.1 | Assurer l'accès à la nourriture |
| 3.2 | Assurer la qualité nutritionnelle des aliments |
| 3.3 | Assurer la sécurité alimentaire |
| 3.4 | Favoriser la souveraineté alimentaire |
| 3.5 | Mettre en œuvre des pratiques agricoles et de pêcheries durables |
| 4 | Santé |
| 4.1 | Améliorer et maintenir l'état de santé des populations |
| 4.2 | Assurer l'accès aux services de santé |
| 4.3 | Promouvoir les actions préventives en santé, les environnements sains et l'adoption de saines habitudes de vie |
| 4.4 | Réduire les facteurs susceptibles de causer des problèmes de santé mentale |
| 4.5 | Répondre aux besoins spécifiques de santé maternelle et infantile |
| 4.6 | Réduire les nuisances |
| 5 | Sécurité |
| 5.1 | Créer un sentiment de sécurité |
| 5.2 | Assurer une sécurité effective |
| 5.3 | Assurer l'éducation de base à la sécurité |
| 6 | Éducation |
| 6.1 | Assurer l'accès à un système qui permet une éducation de qualité |
| 6.2 | Assurer une éducation de base fonctionnelle pour tous |
| 6.3 | Favoriser l'accès de chacun à son niveau d'éducation désiré |
| 6.4 | Permettre l'accès à une éducation et à une formation continue |
| 6.5 | Éduquer au développement durable et à la citoyenneté |
| 7 | Collectivité et implication |
| 7.1 | Promouvoir l'implication |
| 7.2 | Valoriser et reconnaître l'accomplissement personnel et collectif |
| 7.3 | Favoriser la cohésion sociale |
| 7.4 | Favoriser la connectivité |
| 7.5 | Permettre le développement de l'estime de soi et de la confiance en soi |
| 7.6 | Améliorer l'autonomie et la résilience des collectivités |

| Dimension Sociale (suite) | |
|---------------------------|--|
| 8 | Établissements humains |
| 8.1 | Assurer l'accès au logement |
| 8.2 | Favoriser la mobilité durable |
| 8.3 | Aménager des infrastructures durables |
| 8.4 | Promouvoir des villes et des établissements humains durables |
| 8.5 | Sécuriser et fiabiliser le domaine foncier |
| 8.6 | Viser l'équité et la solidarité territoriale |
| 9 | Genre |
| 9.1 | Viser l'égalité des droits sans distinction des genres |
| 9.2 | Viser l'équité entre les genres |
| 9.3 | Autonomiser les femmes et les filles |

| Dimension Écologique | |
|----------------------|--|
| 1 | Écosystèmes |
| 1.1 | Développer des connaissances sur les écosystèmes et sur les espèces qui en dépendent |
| 1.2 | Préserver les écosystèmes continentaux |
| 1.3 | Limiter la dégradation biologique, chimique et physique des sols |
| 1.4 | Lutter contre la désertification |
| 1.5 | Préserver les écosystèmes marins et littoraux |
| 1.6 | Fixer des objectifs de restauration des écosystèmes dégradés |
| 2 | Biodiversité |
| 2.1 | Favoriser la protection de la biodiversité |
| 2.2 | Protéger les espèces rares, menacées et à statut précaire |
| 2.3 | Valoriser les espèces à valeur symbolique |
| 3 | Ressources |
| 3.1 | Conserver les ressources essentielles au maintien de la vie dans les écosystèmes. |
| 3.2 | Faire le choix des ressources de moindre impact |
| 3.3 | Planifier une utilisation judicieuse des ressources renouvelables |
| 3.4 | Planifier une utilisation judicieuse des ressources non-renouvelables |
| 3.5 | Optimiser les ressources en fin de vie |
| 4 | Extrants |
| 4.1 | Caractériser les extrants liquides, solides, et gazeux et les impacts liés à leur déversement dans l'environnement |
| 4.2 | Minimiser les extrants |
| 4.3 | Minimiser les impacts |
| 4.4 | Assurer une saine gestion des déchets dangereux |
| 4.5 | Limiter les émissions de polluants globaux |
| 5 | Usages du territoire |
| 5.1 | Optimiser l'utilisation du territoire |
| 5.2 | Limiter les conflits d'usages |
| 5.3 | Maintenir la diversité des paysages |

| Dimension Écologique (suite) | |
|------------------------------|---|
| 6 | Changements climatiques |
| 6.1 | Quantifier les émissions de gaz à effet de serre |
| 6.2 | Réduire les émissions des GES |
| 6.3 | Augmenter les puits de carbone |
| 6.4 | Compenser les émissions de gaz à effet de serre |
| 6.5 | Prévoir des mesures d'adaptation à la nouvelle donne climatique |

| Dimension Économique | |
|----------------------|--|
| 1 | Production responsable |
| 1.1 | Produire des biens et services de qualité |
| 1.2 | S'assurer de l'adéquation entre les besoins et les biens et services produits |
| 1.3 | Favoriser l'éco-conception dans une perspective de cycle de vie |
| 1.4 | Promouvoir une industrialisation durable |
| 1.5 | Appliquer la responsabilité élargie des producteurs |
| 2 | Consommation responsable |
| 2.1 | Favoriser l'accès aux biens et services |
| 2.2 | Favoriser l'achat et la consommation responsables |
| 2.3 | Favoriser l'investissement responsable |
| 3 | Viabilité économique |
| 3.1 | S'assurer de la viabilité économique |
| 3.2 | Favoriser les sources de financement responsables |
| 3.3 | Limiter les risques financiers |
| 3.4 | Limiter la rémunération du capital |
| 4 | Travail |
| 4.1 | Favoriser l'accès à une occupation |
| 4.2 | S'assurer d'une juste valeur pour le travail des personnes |
| 5 | Richesses et prospérité |
| 5.1 | Stimuler les échanges entre les personnes et les sociétés |
| 5.2 | Viser une croissance de la richesse |
| 5.3 | Instaurer des pratiques de tourisme durable |
| 5.4 | Limiter les possibilités de fuites de capitaux |
| 6 | Énergie |
| 6.1 | Assurer l'accès à des services énergétiques fiables à un coût abordable |
| 6.2 | Favoriser l'utilisation de l'énergie à moindre impact |
| 6.3 | Planifier une utilisation judicieuse de l'énergie |
| 7 | Entreprenariat |
| 7.1 | Développer une culture entrepreneuriale |
| 7.2 | Soutenir la capacité d'entreprendre |
| 7.3 | Assurer l'accès équitable aux moyens de production de la richesse |
| 8 | Modèles économiques |
| 8.1 | Éliminer les distorsions des modèles économiques |
| 8.2 | Valoriser l'économie sociale et solidaire |
| 8.3 | Maintenir ou intégrer les modèles économiques traditionnels à l'économie dominante |
| 8.4 | Soutenir les modèles économiques émergents et novateurs |

| Dimension Culturelle | |
|----------------------|--|
| 1 | Transmission du patrimoine culturel |
| 1.1 | Favoriser l'expression individuelle, la liberté et le pluralisme des croyances, des opinions et des identités |
| 1.2 | Assurer la conservation, la restauration et la compensation du patrimoine culturel |
| 1.3 | Reconnaître les représentations culturelles de l'environnement |
| 1.4 | Développer la connaissance du passé et de l'histoire |
| 1.5 | Valoriser et soutenir la diversité linguistique |
| 2 | Pratiques culturelles et artistiques |
| 2.1 | Encourager l'expression culturelle |
| 2.2 | Affirmer le caractère pluriel et évolutif de la culture |
| 2.3 | Reconnaître l'importance des minorités et de leurs contributions à la société |
| 2.4 | Offrir un accès à la culture par l'éducation à tous les niveaux |
| 3 | Diversité culturelle |
| 3.1 | Favoriser l'interculturalité |
| 3.2 | Assurer l'équité entre les cultures |
| 3.3 | Soutenir la diversité des expressions culturelles |
| 4 | Contribution de la culture au développement |
| 4.1 | Favoriser l'émergence d'une industrie culturelle génératrice d'emplois et de richesse |
| 4.2 | Rendre explicites les liens entre la culture, le développement, l'emploi et la prospérité économique |
| 4.3 | S'assurer d'un partage équitable des innovations issues d'acquis culturels ou de connaissances traditionnelles |

| Dimension Éthique | |
|-------------------|---|
| 1 | Responsabilité |
| 1.1 | Agir de manière transparente et intègre |
| 1.2 | Appliquer le principe de précaution |
| 1.3 | Respecter les droits humains |
| 1.4 | Assumer sa responsabilité envers les humains, les autres vivants et le non vivant |
| 1.5 | Équilibrer la liberté individuelle et les responsabilités collectives |
| 1.6 | Favoriser l'adoption de modes de vie durables |
| 2 | Paix |
| 2.1 | Promouvoir une culture de la paix et de la non-violence |
| 2.2 | Rechercher des solutions pacifiques aux conflits |
| 2.3 | Œuvrer à la réconciliation et à la reconstruction post-conflit |
| 2.4 | Favoriser le sentiment de justice |
| 3 | Bienveillance |
| 3.1 | Améliorer l'accessibilité |
| 3.2 | Offrir des compensations aux personnes et collectivités affectées |
| 3.3 | Développer l'esprit communautaire et la solidarité |
| 3.4 | Faire preuve d'altérité |

| Dimension Éthique (suite) | |
|---------------------------|---|
| 4 | Partage |
| 4.1 | Optimiser les retombées |
| 4.2 | S'assurer d'un mécanisme de redistribution |
| 4.3 | Respecter les biens communs |
| 5 | Démarche éthique |
| 5.1 | Questionner les finalités éthiques |
| 5.2 | Développer une éthique du dialogue |
| 5.3 | Favoriser l'émergence et le partage de valeurs communes |
| 5.4 | Assurer la cohérence entre les actions et les valeurs |

| Gouvernance | |
|-------------|--|
| 1 | Institutions |
| 1.1 | Améliorer l'efficacité, la responsabilité et l'inclusivité des institutions |
| 1.2 | Assurer l'accès et l'égalité face à la justice |
| 1.3 | Limiter les possibilités de corruption |
| 1.4 | Encourager la compétence |
| 2 | Instruments et processus |
| 2.1 | Intégrer le développement durable dans les processus de gestion |
| 2.2 | Optimiser l'utilisation des instruments d'opérationnalisation du développement durable |
| 3 | Participation et citoyenneté |
| 3.1 | Favoriser l'engagement et la mobilisation autour d'une vision commune |
| 3.2 | Favoriser la participation des parties prenantes |
| 3.3 | Assurer l'inclusivité des mécanismes participatifs |
| 3.4 | Reconnaître la contribution des parties donnantes |
| 3.5 | Développer des partenariats |
| 3.6 | Considérer le niveau d'acceptabilité |
| 3.7 | Permettre l'exercice d'une citoyenneté active |
| 4 | Subsidiarité |
| 4.1 | Rapprocher la prise de décision des acteurs concernés |
| 4.2 | Favoriser la responsabilisation et l'imputabilité des acteurs |
| 4.3 | Assurer la cohérence entre les différents échelons de prise de décision |
| 5 | Intégration locale |
| 5.1 | Respecter le contexte légal |
| 5.2 | Inclure des enjeux locaux spécifiques |
| 5.3 | Assurer la cohérence systémique |
| 6 | Information |
| 6.1 | Assurer l'accès à une information préalable, pertinente, compréhensible et juste |
| 6.2 | Utiliser les mécanismes de communication appropriés |
| 6.3 | Fournir l'information de base aux décideurs |
| 6.4 | Mettre en place des mesures de suivi et d'évaluation |
| 6.5 | Rendre des comptes de façon transparente |

| Gouvernance (suite) | |
|---------------------|---|
| 7 | Innovation |
| 7.1 | Optimiser le potentiel d'innovation et la diversification des options |
| 7.2 | Favoriser la recherche et le développement |
| 7.3 | Favoriser la mise en œuvre des solutions nouvelles |
| 7.4 | Favoriser l'accès aux connaissances et aux technologies |
| 7.5 | Gérer les risques associés aux nouvelles technologies |
| 8 | Gestion du risque et résilience |
| 8.1 | Identifier les risques |
| 8.2 | Appliquer le principe de prévention |
| 8.3 | Considérer la perception du risque |
| 8.4 | Favoriser une répartition équitable des risques |
| 8.5 | Prévoir des mesures d'adaptations aux changements |